

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Studium povrchové úpravy oceli pro výrobu jídelních příborů

Study of Surface Treatment Steel for Production of Eating Utensils

Student: Antonín Závada

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jitka Podjuklová, CSc

Ostrava 2010

Zadání bakalářské práce

Student: **Antonín Závada**
Studijní program: **B2341 Strojírenství**
Studijní obor: **2303R002 Strojírenská technologie**
Specializace: **70 Strojírenská technologie**
Téma: **Studium povrchové úpravy oceli pro výrobu jídelních příborů**
Study of Surface Treatment Steel for Production of Eating Utensils

Zásady pro vypracování:

1. Prostudujte vlastnosti oceli pro výrobu jídelních příborů v souladu s hygienickými předpisy.
2. Prostudujte současný stav povrchové úpravy oceli pro výrobu jídelních příborů.
3. Navrhněte vhodnou úpravu povrchu oceli pro výrobu jídelních příborů.
4. Navrhněte metodiku experimentálních prací včetně provedení a vyhodnocení.
5. Zpracujte technickou zprávu v rozsahu 25 - 30 stran.

Seznam doporučené odborné literatury:

MOHYLA, M.: *Technologie povrchových úprav kovů*. Učební texty VŠB – TU Ostrava, 2006. 3. vydání. 156 s. ISBN 80-248-1217-7.
FREMUNT, P., PODRÁBSKÝ, T.: *Konstrukční oceli*. Akademické nakladatelství CERM, s.r.o, Brno, 1996. 261 s. ISBN 80-85867-95-8
BURAKOWSKI, T., WIERZCHOŃ, T.: *Surface Engineering of Materials*. CRC Press LLC, 1999. 592 s. ISBN 0-8493-8225-4.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jitka Podjuklová, CSc.**

Datum zadání: 18.12.2009

Datum odevzdání: 21.05.2010




prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.
vedoucí katedry


prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 11.5.2010

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Lukáš Pátek', written over a dotted line.

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 - školní dílo.
- беру на вѣдомі, же Высoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářské práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé kvalifikační práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo - bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, же odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : 21.5.2010



plné jméno autora práce

Bezručova 416,
789 83 Loštice

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

ZÁVADA, A. Studium povrchové úpravy oceli pro výrobu jídelních příborů: bakalářská práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, 2009, 47 s. Vedoucí práce: doc. Ing. Jitka Podjuklová, Csc.

Úkolem této bakalářské práce je zkoumání vlivu povrchových úprav na změnu vlastností materiálu jídelního příboru. Pro provedení experimentálních prací bylo dodáno šest vzorků nožů jídelního příboru, na kterých byla zjišťována změna parametrů drsnosti po jednotlivých provedených operacích povrchových úprav. Na těchto vzorcích pak byl zkoumán vliv povrchových úprav na změnu mechanických vlastností materiálu, a to na změnu tvrdosti, dále pak zejména na změnu mikrotvrdosti povrchu materiálu nože jídelního příboru. Zjištěné změny vlastností materiálu jsou na závěr uvedeny a zhodnoceny.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

ZÁVADA, A. Study of Surface Treatment Steel for Production of Eating Utensils: Bachelor Thesis. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, 2009, 47 p. Thesis head: doc. Ing. Jitka Podjuklová, Csc.

The aim of my bachelor thesis is to examine how the surface treatment effects the change of material properties of eating utensils.

Six samples of knives were used for the experimental work. I used these knives for examining the harshness parameters, which occurred after individual surface treatments were carried out. These samples were also used for examining surface treatment effect on the change in mechanical properties of the material, to be more specific change in hardness and change in micro-hardness of the knife's material surface.

All the observed changes in material properties are stated and evaluated at the end of my work.

Obsah

	strana
Seznam použitých značek a symbolů.....	8
1. Úvod.....	9
2. Současný stav řešení.....	10
2.1. O firmě.....	10
2.1.1. Technologie výroby nerez příborů.....	10
2.2. Základních typy nerez ocelí.....	11
2.2.1. Charakteristika nerez ocelí.....	11
2.2.2. Martensitické typy.....	11
2.2.3. Feritické typy.....	12
2.2.4. Austenitické typy.....	12
2.3. Typy konečné úpravy.....	13
2.3.1. Leštění kovů.....	15
2.3.2. Leštění nerez oceli.....	16
2.3.3. Moření antikorozních ocelí.....	17
2.3.4. Elektrolytické leštění.....	17
2.3.5. Chemické leštění.....	18
2.4. Používaný výrobní materiál.....	20
2.5. Úprava povrchu materiálu jídelního příboru.....	21
2.5.1. Operace povrchových úprav.....	21
3. Návrh metodiky experimentálních prací.....	24
3.1. Navržené zkoušky.....	24
3.2. Vzorky k experimentálním pracím.....	24
3.2.1. Materiál vzorků – nožů.....	25
3.2.2. Popis vzorků.....	25
4. Provedení a zhodnocení experimentálních prací.....	28
4.1. Měření drsnosti povrchu dle ČSN EN ISO 4287.....	28
4.1.1. Naměřené hodnoty.....	30
4.1.2. Porovnání výsledků parametrů drsnosti.....	37
4.2. Vyhodnocení parametrů drsnosti jednotlivých nožů.....	38
4.2.1. Nůž Bund vzorek 1–5.....	38
4.2.2. Nůž Melodie vzorek 1–4 a 6.....	39
4.2.3. Porovnání hodnot drsnosti nože Bund a Melodie.....	40

4.2.4. Zhodnocení.....	41
4.3. Měření tvrdosti podle Vickerse dle ČSN 42 0374.....	42
4.3.1. Tabulky naměřených hodnot jednotlivých vzorků.....	42
4.3.2. Výsledky hodnot tvrdosti jednotlivých vzorků.....	43
4.4. Měření mikrotvrdosti podle Vickerse dle ČSN 42 0375.....	44
4.4.1. Tabulky naměřených hodnot jednotlivých vzorků.....	44
4.4.2. Výsledky hodnot mikrotvrdosti jednotlivých vzorků.....	45
4.4.3. Povrch materiálu vzorků po zvětšení.....	46
4.5. Zhodnocení výsledků tvrdosti a mikrotvrdosti.....	49
4.5.1. Průběh změny tvrdosti nože Bund – vzorek 1-5.....	49
4.5.2. Průběh změny mikrotvrdosti nože Bund – vzorek 1-5.....	50
4.5.3. Průběh změny tvrdosti nože Melodie – vzorek 1-4 a 6.....	50
4.5.4. Průběh změny mikrotvrdosti nože Melodie – vzorek 1-4 a 6.....	51
4.5.5. Zhodnocení.....	52
5. Závěr.....	53
Použitá literatura.....	54

Seznam použitých značek a symbolů

HV 10	tvrdost podle Vickerse při zatížení 10 kg	[-]
HV 0,1	mikrotvrdost podle Vickerse při zatížení 100 g	[-]
L	základní délka	[mm]
R	drsnost povrchu	[-]
Ra	střední aritmetická úchylka profilu	[μm]
Rp	největší výška výstupku profilu	[μm]
Rv	největší hloubka prohlubně profilu	[μm]
Rz	maximální výška profilu	[μm]
Rku	špičatost posuzovaného profilu	[-]
Rsk	šikmost posuzovaného profilu (součinitel asymetrie)	[-]
t	teplota	[°C]
λ_c	filtr profilu	[mm]

1. Úvod

Používání jídelního příboru je pro nás v dnešní době každodenní záležitostí, kterou považujeme za samozřejmost a než jej prvně uchopíme do rukou při usednutí k dobrému jídlu, tak nás ani nenapadne jakou dlouhou cestou vývoje prošel než dosáhl současnou podobu.

Hledáním vhodného materiálu k potravinářskému účelu prošel v historii používaný materiál různými změnami. Dnes už snad asi jen z pohádek známe nejstarší používané jídelní přístroje ze dřeva, které by v dnešní době absolutně nevyhovovaly a co se týče povrchové úrovně, tak ta by už vůbec z dnešního pohledu byla velice chabá. V nedávné době byl například používán materiál z hliníkového kovu na výrobu příborů. Na konci minulého století byl tento materiál ještě ve velké míře používán tak, jak ho známe například z jídelen, kde používané přístroje byly zhotoveny z tohoto kovu nebo také jídlonosiče a podobné potravinářské náčiní, kde jsme oceňovali především jejich malou hmotnost třeba při čundrování. V neposlední řadě si také všichni vzpomínáme na hliníkové sudy od piva, jinak také známé pod pojmem „bečka“, avšak z důvodů hygienického se od tohoto materiálu odstoupilo a v dnešní době už ho jen ztěží někde zahlédneme. Proto se ve velké míře přešlo na materiál z nerez oceli.

Jako současný materiál v oblasti uplatnění u jídelních příborů dominuje nerez ocel. Tento materiál v konečné podobě výrobku musí splňovat funkční, vzhledové, ale také hygienické požadavky. Výrobek musí být v souladu s patřičnou vyhláškou, zabývající se čistotou pro potravinářský průmysl.

Tématem této bakalářské práce je zkoumání povrchu jídelního příboru vyráběného z materiálu nerez oceli, kde budu studovat kvalitu povrchu materiálu. Výsledek zkoumání bude hodnocen na několika vzorcích nožů kuchyňského příboru. Experimentální práce budou prováděny v laboratořích VŠB-TU OSTRAVA.

Vzorky k experimentálním pracím jsou dodány firmou TONER Moravská Třebová, která má dlouholetou tradici ve výrobě jídelních příborů. Prvotní informace o započetí výroby se datují do roku 1883, kdy moravskotřebovský občan německé národnosti Franz Bibus otevřel provoz stříbrnické dílny.

Cílem této bakalářské práce je zjištění vlivů povrchových úprav na vlastnosti materiálu jídelního příboru.

2. Současný stav řešení

2.1. O firmě

Firma TONER má ve výrobě příborů a ostatních pomůcek pro domácnost více jak 120-letou tradici. Vlastní technologie byla postupně zdokonalována z původní ruční manufakturní výroby až na současnou vyspělou úroveň mechanizace a automatizace.

2.1.1. Technologie výroby nerez příborů

Výrobní materiál potřebné síly je stříhán na speciálně zkonstruovaných nástrojích do základního výrobního tvaru polotovaru budoucího příborového dílu. Po lisařských operacích mohou s odlišením u jednotlivých modelů následovat i opakovaně další operace jako válcování, tváření, broušení, kartáčování, leštění, čištění. Firma je vybavena nejnovějšími speciálními nástroji pro výrobu. Tyto nástroje jsou konstruovány a vyráběny ve vlastní nástrojárně firmy.

Spojením profesní zručnosti a moderní technologie je původní materiál ztvárněn do ušlechtilého výrobku.



Obr. 2.1 Lisovna a leštící linky



Obr. 2.2 Raznice

2.2. Základních typy nerez ocelí

2.2.1. Charakteristika nerez ocelí

Každý kov má zvláštní pravidla zpracování a nerez oceli v tom nejsou výjimkou. Jejich zpracování je různé, však ne snadné. Pro svou vysokou pevnost vyžadují nerezavějící oceli více síly při tváření než většina železných materiálů. Musí se pro to provádět modifikace, aby se zvládlo odpružení a vyhnulo se tak zvanému žehlení. V mnoha případech se však v důsledku větší pevnosti nerez ocelí může použít materiálu s menším průřezem.

Při obrábění působí houževnatost a pevnost nerezavějících ocelí určité množství „gumovitosti“. Co se týká svařitelnosti, jsou austenitické (chromniklové) typy nedostižné. Svarové spojení jsou pevná, houževnatá a tažná.

Každý z mnoha druhů nerez ocelí, má své výhody a nevýhody pro daná zpracování. Převaha určitého druhu pro určitou operaci se dá vyjádřit určitým stupněm, který označuje vhodnost pro určitý postup zpracování.

Nerezové oceli jsou velice vhodné pro mnohostranné využití. Jsou snadno formovatelné a svařovatelné. Informace o jejich fyzických vlastnostech jsou uvedeny v Evropské normě EN 10088 díl 1.

2.2.2. Martensitické typy

Oceli této skupiny jsou kalitelné, protože mají velmi vysoký poměr uhlík/chrom, takže v nich proběhnou potřebné poměry. Nejlepší mechanické vlastnosti a odolnosti vůči korozi mají v kaleném stavu. Pevnost v tahu je 49,21-73,81 kg/mm² v žíhaném stavu a 87,87-140,61 kg/mm² v kaleném stavu.

Tepelná vodivost martensitických nerezavějících ocelí je nízká, avšak přesto nejlepší ze všech nerez ocelí. Martensitické oceli se zvláště hodí pro tváření za tepla nebo kování, jsou kalitelné na vzduchu a musí se pomalu ochlazovat (nebo žíhat) po kování, aby se zabránilo popraskání. Jejich chování při tváření za studena jsou uspokojivá.

Martensitické typy se dobře hodí pro použití, kdy se vyskytuje nejmenší koroze a kde je zapotřebí vysoké pevnosti, tvrdosti, odolnosti vůči otěru a korozi za mokra i ze sucha.

2.2.3. Feritické typy

Tyto oceli nejsou kalitelné, protože nižší poměr uhlík/chrom, který snižuje účinek přeměny, působící zakalení. Avšak i když se mohou kalit, může se jejich tvrdost zvýšit tvářením za studena. V praxi se však těchto ocelí zřídka používá ve stavu po tvářením za studena

Feritické oceli mají nižší koeficient roztažnosti než austenitické nerezavějící oceli – asi taktéž nebo poněkud nižší než uhlíková ocel. Mají dobrou odolnost vůči korozi.

I když je jejich tažnost menší než u chromniklových typů, mohou se bez potíží zpracovávat tvářením, ohýbáním, na kovotlačitelském soustruhu a mělkým tažením. Mohou se leštit hadrovým kotoučem na vysoký lesk. Je možno je svařovat. Případná křehkost se dá obvykle odstranit vhodným tepelným zpracováním. Typ s obsahem titanu má výborné vlastnosti při svařování.

Feritické typy mají vyšší odolnost vůči korozi a oxidaci než martensitické typy. Jsou magnetické podobně jako martensitické oceli.

2.2.4. Austenitické typy

Oceli této řady mají největší odolnost vůči korozi ze všech nerez ocelí. Jsou samy o sobě houževnaté a hodí se dobře pro hluboké tažení a podobné procesy. Dají se snadno svařovat a mohou se vhodnými technikami spájet.

Austenitické nerez oceli se nedají kalit a jsou magnetické, jejich tažnost je neobyčejně vysoká. Pevnost v tahu v žíhaném stavu převyšuje značně pevnost uhlíkové oceli o 63,27kg/mm² oproti 35,15kg/mm². Austenitické nerez oceli mají mez průtažnosti 24,60kg/mm², což odpovídá uhlíkové oceli.

Tyto oceli se mohou zpevňovat tvářením na velmi vysoké hodnoty pevnosti v tahu a meze průtažnosti, a přitom mají dobrou tažnost. U válcovaného plochého materiálu lze získat pevnost v tahu až 140,61 kg/mm² a u tenkého taženého drátu přes 210,92 kg/mm². V důsledku tohoto zpevňování je někdy třeba pře žíhat materiál mezi zpracováním, jako například při tažení nebo zpracování na kovotlačitelském soustruhu.

2.3. Typy konečné úpravy

Nerezové oceli představují soubor materiálů s unikátními vlastnostmi. Jsou chráněny chrom-kysličníkovým filmem na povrchu, který vzniká reakcí chromu v oceli a kyslíkem v atmosféře. Nerezová ocel tedy nevyžaduje další ochranný povrch proti korozi. V případě, že dojde k poškození povrchu, ochranný film se díky přítomnosti kyslíku ihned sám zregeneruje. Tato ochranná vrstva může být modifikována chemickým procesem k vytvoření permanentních kovových barev.

Požadavky konečné povrchové úpravy nerezavějících ocelí se značně mění. V tabulce II. jsou uvedeny povrchové úpravy, které provádí výrobce plechů. Je však třeba poznamenat, že vzhled určité úpravy se může poněkud lišit u různých typů nerezavějících ocelí. Tovární úpravy, ať už válcované za tepla nebo za studena, jsou základní dodavatelskou podmínkou pro všechny výrobky z nerezové oceli plochých tvarů. Jsou univerzálně používány jako standardní komponenty různých výrobků v mnoha odvětvích, ale také jako základ pro následné dokončovací procesy, kde je povrch přizpůsobován náročnějším požadavkům.

Všechny nerezavějící oceli mají poměrně hladký, neporézní povrch, což usnadňuje a zhušťuje povrchovou úpravu.

Broušení, leštění a leštění hadrovkou vyvolává u nerezavějících ocelí odlišné problémy než u jiných ocelí či neželezných kovů.

Protože nerezavějící oceli odvádějí teplo pomaleji než jiné oceli, je třeba se vyhnout přehřátí.

U nerezavějících ocelí se používá ještě mnoha jiných povrchových úprav, včetně tmavých oxydických úprav, galvanování, elektrolytického leštění a nátěrů.

Obchodně tovarní úpravy povrchu plechu z nerez oceli:

1D

Povrch, získaný válcováním za tepla s odstraněnými okujemi, je klasifikován jako 1D. Tento povrch, který se vyskytuje u silnějších plechů a plátů, je mírně hrubý s velmi nízkým zrcadlením. Zřídka se používá jako základní surovina pro další leštění. Používá se tedy hlavně tam, kde nemá působit dekorativně např. pro konstrukční účely.

2D

Tento povrch je jemnější než 1D, vytvořený studeným válcováním po konečném žíhání a moření. Plechy s touto úpravou mají neporézní povrch, maximální tažnost a hluboko tažnost. Tato úprava je považována za nejvhodnější pro velké tahy. Mírně zrcadlový, matný povrch je vhodný pro průmyslové použití, kde se dále povrch po značném tváření (bez žíhání) má leštit.

2B

Tento materiál je vyroben jako 2D, ale konečné válcování za studena je prováděno perfektně vyleštěnými válci. Povrch je kompaktní a vykazuje zrcadlový lesk, jenž je lesklejší než 2D. Tento povrch je dnes používán nejvíce, tvoří základ pro často leštěné a kartáčované povrchy. Někteří jej ale považují za méně vhodný pro hluboké tahy než 2D, avšak pro méně obtížné operace, jako mělké tahy je materiál vyhovující.

2R

Lesklým žíháním pod ochrannou atmosférou bez kyslíku a následným studeným válcováním vyleštěnými válci vzniká vysoce lesklý povrch, který působí jako zrcadlo. Tento ultra hladký povrch pohlcuje mnohem méně kontaminací a vlhkostí ze vzduchu než kterýkoliv jiný povrch. Také se snadno čistí.

2G

Uniformní jednosměrný broušený povrch s nízkou odrazivostí. Hrubý povrch není vhodný pro estetické použití.

2J

Tento povrch je vyleštěn řemeny nebo kartáči. Je jednosměrný, nereflektivní a je vhodný pro interiérové architektonické aplikace.

2K

Tento hladký, reflektivní povrch je vhodný zejména pro většinu estetických aplikací, hlavně u exteriérů s kritickým atmosférickým vlivem. Povrch je vyleštěn jemnějšími řemeny s ocelovým pískem nebo kartáči, které produkují čistě broušenou úpravu s drsností $R_a = 0,5$ mikronů (maximum).

2P

Vysoce reflektivní ultra hladký zrcadlový povrch, získaný leštěním měkkými látkovými mopy a speciálními leštícími pastami. Tento povrch odráží zřetelný a čistý obraz.

2F

Tento nízkoreflektivní matný povrch požadován na obou stranách plechu je klasifikován jako 2F. Materiál byl žhán, mořen, válcován za studena na otryskovaných válcích.

2M

Vizuálně atraktivní povrchy, modelované jen na jedné straně, mají široké použití.

2W

Válcované a lisované modelace se provádějí na lisovadlech a válcích pomocí razníků a matric.

2.3.1. Leštění kovů

V současnosti je ve velké míře používáno leštění kovů nemechanickými způsoby. Tento způsob leštění má velkou důležitost, a to z mnoha důvodů. V první řadě je to z důvodu, že pracovní síly pro mechanické způsoby leštění se staly vzácnými a drahými. Za druhé se určité kovy, především nerez oceli a hliníkové slitiny, se nejen snadněji leští těmito novými způsoby, ale výsledky a hlediska vzhledu a trvanlivosti jsou mnoho lepší. V některých případech dokonce, jako je tomu u slitin na bázi vysoce čistého hliníku, není možné dosáhnout podobného stupně lesku mechanickými způsoby. V některých případech, jak chemické tak i elektrolytické způsoby leštění je možno s úspěchem použít. U nerez oceli se ale používá elektrolytického způsobu.

V tomto bodě je důležité zdůraznit rozdíl mezi leskem a hladkostí. Leštění se používá jako způsob vytváření líbivé a lesklé povrchové úpravy na povrchu kovů. Taková úprava jaká se obvykle žádá na předmětech používaných v domácnosti, automobilech a podobně. Očekává se dosažení poměrně vysoké zrcadlové odrazivosti, přestože celková optická odrazivost může být značně nízká. Příkladem toho je běžný chromový povlak, jehož odrazivost je v nejlepším případě menší než 70% a přesto je takový povlak přijatelný jako lesklá povrchová úprava.

Často se stává, že povrchové nedokonalosti značných rozměrů nesnižují jakost úpravy, ovšem za předpokladu, že povrch je značně zakřivený. K takovýmto účelům je zvláštní povrchová úprava pouze druhořadého významu a lesk, který se nakonec dosáhne, netvoří podstatnou část takové speciální úpravy.

2.3.2. Leštění nerez oceli

Mechanické leštění 18/8 austenitické nerez oceli je nesmírně obtížným pracovním postupem, jelikož se musí používat velkého tlaku na leštící kotouč, takže může dojít k nevhodnému zbarvení povrchu. Nerezavějící ocel se může anodicky leštit v celé řadě roztoků, avšak nejběžnější dnes používané roztoky jsou vytvořeny na bázi kyseliny sírové, dají se snadno kontrolovat a jsou poměrně levné. Byly patentovány nejrůznější přísady, o kterých se tvrdí, že prodlužují životnost lázně a vytvářejí povrchovou úpravu lepší jakosti. Typická lázeň se skládá ze 60% kyseliny fosforečné, 20% kyseliny sírové a 20% vody. Lázeň se používá při teplotě kolem 70°C a při proudové hustotě přibližně 50 A/stpa². Voda je nutná, aby se dosáhlo přiměřené elektrické vodivosti roztoku a aby redukovalo napětí potřebné pro leštění. Přibližné množství vody nežádoucí, jelikož může nastat chemické naleptání kovu, čímž se poškodí lesk povrchu. Během úpravy se vytváří značné množství tepla, a proto k dosažení vyhovujících výsledků je nutno ve vaně použít chladících hadů. Mezi materiály, které byly patentovány a které se přidávají k takovým lázním, patří glycerin a anilin. Tyto materiály snižují kritickou proudovou hustotu, pod jejíž hodnotu se nemůže udržet viskozní film, a tak snižují nebezpečí chemického naleptání kovového povrchu. Minimální kritická proudová hustota je nesmírně důležitá, jelikož pod tuto hodnotu se rychlost difuze anodického filmu značně zvyšuje a výsledkem je špatná povrchová úprava, z tohoto důvodu je třeba se vyrovnat přibližného pohybování nebo konvekčních proudů. Elektrolyt obsahující kyselinu chromovou byl vyvinut Faustem. Kyselina chromová se používá mimo kyseliny sírové a fosforečné a tento elektrolyt došel značného obchodního použití hlavně ve Spojených státech.

2.3.3. Moření antikorozních ocelí

V místech poškození filmu a vmísení nečistot dochází ke korozi. Během běžných výrobních postupů při použití termálních nebo mechanických procesů jako je ohýbání, řezání, sváření, broušení, vrtání, obrábění dochází k porušení ochranného filmu způsobem bránícímu přirozené a úplné pasivaci oceli. Sváření způsobuje akcelerovanou oxidaci na sváru a v jeho okolí. Oxidace způsobuje viditelnou barevnou změnu, kde barva odpovídá síle oxidační vrstvy. Po sváření se doporučuje dočištění povrchu spojenému s jeho chemickým ošetřením – mořením. Samozřejmě metody mechanické – obrušování též do jisté míry je schopno obnovit pasivační odolnost nerezové oceli, ale použití takto ošetřeného výrobku je omezeno jen pro suché prostředí a výrobek by měl být pravidelně čištěn.

Moření a elektrolytické leštění, kde dochází k přednostnímu rozpouštění železa a povrch se tak obohacuje o ušlechtlejší kovy, jsou jediné metody schopné obnovit pasivační mohutnost nerezové oceli na původní hodnotu, případně na vyšší hodnotu u elektrolytického leštění. U moření nezáleží, zda je použito stříkání gelem, natírání pastou nebo použit ponorový způsob.

2.3.4. Elektrolytické leštění

Elektrolytické leštění nezačne probíhat, dokud se nedosáhne mezní proudové hustoty. Anodový potenciál začne potom prudce stoupat, zatím co proudová hustota zůstane konstantní. Charakteristika anodické reakce se začne současně měnit. Hickling a Higgins ukázali ve své studii při použití potenciostat. techniky, že mezní proudová hustota se značně zvyšuje pohybováním a značně se snižuje zvyšováním viskozity elektrolytu a že rychlost rozpouštění anody se řídí difusí kovových solí vytvářených při reakci mimo anodu. Z toho se vyvozuje, že prvořadým předpokladem pro elektrolytické leštění je překročení mezní proudové hustoty pro rozpouštění kovu v elektrolytu, ve kterém je kovový kysličník rozpustný. To tedy ukazuje na to, že:

- a) difuze zplodin koroze mimo anodu se vyskytuje v omezené míře
- b) anoda je povlečena celistvým filmem, který z počátku může být solným filmem, ale při vyšších potenciálech se pod ním vytvoří kysličníkový film.

Pokud se nevyžaduje velká rychlost rozpouštění, není proto zapotřebí používat zbytečně vysokých proudových hustot. Vše, co potřebujeme, je aby mezní proudová hustota byla překročena. Autoři mají za to, že jednoduchým způsobem kontroly provozních podmínek na anodě během elektrolytického leštění je zavěšení malé pomocné anody vyrobené ze stejného kovu jako je upravovaný předmět a zapojit tuto anodu na hlavní anodu přes voltmetr. Pokud se nedosáhne mezní proudové hustoty, je zaznamenané napětí malé, ale když se dosáhne mezní hodnoty, náhle stoupá.

2.3.5. Chemické leštění

Roztoky kyseliny fosforečné a dusičné mohou obsahovat kyselinu sírovou nebo octovou a používají se při 85 až 105°C, přičemž je nutná úprava po 3 až 5 minut. Jeden z těchto postupů je znám v Evropě pod obchodním názvem Alupol. Po úpravě je kov anodisován v lázni kyseliny sírové, ale velmi silné anodické filmy se nesmějí vytvářet, jelikož mají za následek snížení lesku.

Typický roztok kyseliny dusičné a kyselého fluoridu amonného, který se používá při postupu Erftwerk, a který se ve značné míře používá v Evropě, se skládá z:

kyseliny dusičné	13%
kyselého fluoridu amonného	16%
dusičnanu stříbrného	0,02%

Doba ponoru se pohybuje mezi 15 až 30 vteřinami a roztok se používá při 65 až 75°C. Na vysoce čistém hliníku se může dosáhnout vysoké odrazivosti a tato vlastnost je pouze nepatrně snížena anodisační úpravou. Roztok se může regenerovat přidáním kyseliny fluorovodíkové, dokud se obsah hliníku nestane příliš vysokým, takže je nutno roztok vypustit. Při leštění se odstraní přibližně 0,001 – 0,002 palce hliníku. Stupeň předběžného mechanického leštění, které je nutné pro chemické leštění, je menší než je tomu pro elektrolytické leštění a někdy se může úplně vynechat za předpokladu, že během lisování nebo tváření a příslušné manipulaci je dbáno dostatečné opatrnosti.

Postup Erftwerk se lépe hodí pro vysoce čistý hliník a slitiny hliníku a hořčíku než úprava v kyselině fosforečné a dusičné, která je předepsána pro postup Alupol, avšak má za následek značně větší odstraňování kovu. Válcované plechy jsou vhodnější pro vytváření

vysokého lesku než lité nebo kované materiály, což je podmíněno stlačením povrchu a jemnějším zrnem. Tváření za studena nebo protlačování rovněž umožňuje dosažení dobré povrchové úpravy. Mezi hlavní nečistoty, kterých se máme u hliníku a jeho slitin při úpravě postupem Erftwerk vyvarovat patří železo a titan, jejichž škodlivé účinky můžeme pozorovat. Můžeme zjistit rychlost rozpouštění hliníku při různých koncentracích kyselého fluoridu v lázni, zatímco optimální provozní podmínky můžeme volit podle daných údajů.

Zařízení potřebné pro chemické leštění je o něco levnější než zařízení používané pro elektrolytické leštění, jelikož není zapotřebí elektrického zařízení a není nutné speciální zavěšování předmětů. Toto zavěšování není tak důležité, jestliže se má po leštění provádět anodisace, jelikož v tomto případě může se použít takového způsobu zavěšování, které je přizpůsobeno tak, aby vyhovovalo oběma druhům úpravy. Je však celá řada případů, kde leštění samo o sobě při použití nebo bez použití pozdějšího překrytí lakem vytváří vyhovující povrchovou úpravu .

2.4. Používaný výrobní materiál

Firma TONER nakupuje pro výrobu příborů korozivzdorné materiály výhradně od světových renomovaných výrobců a to od dodavatelů z Itálie, Finska nebo Německa. U kterých je zajištěna záruka stability, kvality a speciálních vlastností materiálů, která je pro výrobu příborů bezpodmínečně nutná.

Výchozí materiál je dodáván v podobě svitku nebo jako tabule plechu o rozměru 1x2m.

V následující tabulce jsou uvedené používané základní druhy korozivzdorných materiálů pro jednotlivé kategorie příborů. Tyto korozivzdorné materiály se liší složením materiálu a poněkud odlišnými vlastnostmi.

Tab. 2.1 Používané materiály pro výrobu příborů

Grade	DIN/DIN EN	AISI	UNS	SS	AFNOR	BS
1.4301	X5CrNi 18-10	304	S 30400	2332	Z 6 CN 18.09	304 S 15
1.4021	X20Cr 13	420	S 42000	2303	Z 20 C 13	420 S 37
1.4016	X6Cr 17	430	S 43000	2320	Z 8 C 17	430 S 15

Používaný materiál pro výrobu jídelních příborů je nerez ocel válcovaná za studena. V průběhu výroby se po každé provedené operaci povrch materiálu mění až do konečného požadovaného stavu výrobku.

Tab. 2.2 Převodní tabulka označení povrchu plechu používaného pro výrobu příborů

EN	DIN	ČSN	Výrobní postup	Vzhled povrchu
2D	h (III b)	3	za studena válcovaný, žíhaný mořený	hladký, matný
2B	n (III c)	4	za studena válcovaný, žíhaný mořený, za studena doválcovaný	matně lesklý

2.5. Úprava povrchu materiálu jídelního příboru

Úroveň vzhledu jídelního příboru je velmi důležitým kritériem a vyžaduje vysokých nároků. V dalším případě je také velmi důležitá vysoká odolnost vůči korozi. Z těchto důvodů prochází jídelní příbor početnými operacemi povrchových úprav během výroby. Veškeré prováděné povrchové úpravy jsou prováděny buď ručně, nebo strojně, a to na základě početnosti série vyráběného typu jídelního příboru. Metoda ruční se provádí za pomoci elektrických brusek a leštiček pro ruční použití. Strojní metoda se provádí na lince HAUSCHILD.



Obr. 2.3 Leštící linka HAUSCHILD



Obr. 2.4 Ruční zařízení

Povrchové úpravy jídelních příborů se provádí na hranách (po obvodu) a dále pak na hlavních plochách jídelního příboru.

2.5.1. Operace povrchových úprav

Prováděné na hranách jídelního příboru:

- Broušení okrajů smirkovým pásem nebo plstěným kotoučem s nalepeným smirkem zrnitosti 150.

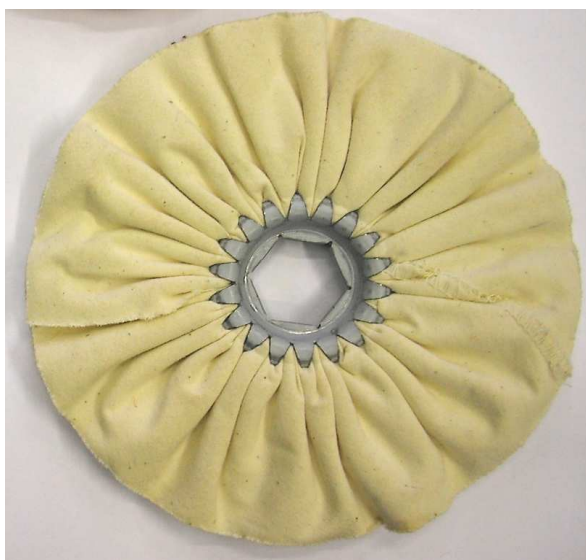
- Následné broušení okrajů smirkovým pásem jemnější zrnitosti nebo plstěným kotoučem s nalepeným jemnějším smirkem zrnitosti 240.
- Kartáčování sisálovým kotoučem(obr.3) za pomoci brusné pasty.
- Následné jemnější kartáčování sisálovým kotoučem jemnější struktury(obr.4) pomocí pasty jemnější třídy.



Obr. 2.5 Sisálový kotouč



Obr. 2.6 Jemnější sisálový kotouč



Obr. 2.7 Bavlněný kotouč

Prováděné na hlavních plochách nože jídelního příboru:

- Broušení čepole brusným kotoučem zrnitosti 150.
- Broušení čepole brusným kotoučem zrnitosti 600.
- Matování (předleštění) sisálovým kotoučem(obr.4) za pomoci pasty.

- Leštění bavlněným kotoučem(obr.5) pomocí pasty (Al_2O_3)– vzhled zrcadlového lesku.
- Matování brusným kotoučem – povrch hladký lehce matný. Provádí se místo předešlé operace pouze u výrobků, které nemají vykazovat zrcadlový lesk.

Poslední uvedené operace povrchových úprav (leštění, matování) se provádí u všech druhů jídelních příborů (vidliček, lžiček), kdy na základě kvalitního povrchu materiálu, dodávaného pro výrobu, není potřeba provádět ostatní předešlé operace povrchových úprav. U čepele nožů se tyto operace povrchových úprav provádí kvůli jeho funkčním potřebám. Hlavní plochy čepele nože nejsou rovnoběžné, proto se musí nejprve zbrousit do požadovaného tvaru. Z tohoto důvodu je čepel nože jídelního příboru náročnější na provedení povrchových úprav.

Čištění jídelního příboru po provedení povrchových úprav:

- Čištění je prováděno ultrazvukem za pomoci vodního roztoku v čističce UCM AG (obr.6). Následně je provedeno odstranění kapek vzduchovým nožem a poté následuje vysušení teplým vzduchem. Tato operace je finální. Provádí se u všech jídelních příborů z důvodu hygienického a z důvodu zbavení se případných nečistot po prováděných povrchových úpravách jídelního příboru.



Obr. 2.8 Čistička UCM AG

3. Návrh metodiky experimentálních prací

Záměrem této bakalářské práce je zkoumání stavu povrchu jídelních příborů, proto se zabývá vlastnostmi povrchových úprav v průběhu celého výrobního procesu. Je zkoumán stav povrchu od základního materiálu, dodávaného pro výrobu jídelních příborů, až po konečný stav povrchové úpravy finálního výrobku.

Pro provádění těchto experimentálních prací byly vybrány vzorky nožů jídelního příboru, kde zkoumanou částí jednotlivých vzorků bude oblast čepele nože. Tento výrobek díky svému uplatnění je v oblasti čepele navíc mechanicky namáhán, a proto musí mít dostatečně velkou tvrdost, která je jednou z nejdůležitějších vlastností nože jídelního příboru. Vzorky k experimentu byly vybrány z výrobního procesu po každém provedení povrchové úpravy.

Za účelem zjištění vlastností stavu materiálu nožů jídelních příborů byly navrženy metodiky experimentálních prací, které se postupně prováděly na každém zkušební vzorku.

3.1. Navržené zkoušky

- Měření drsnosti povrchu dle ČSN EN ISO 4287 dotykovou metodou
- Měření tvrdosti podle Vickerse dle ČSN 42 0374
- Měření mikrotvrdosti podle Vickerse dle ČSN 42 0375

Po každém experimentu byly vyhodnoceny naměřené hodnoty jednotlivých vzorků. Poté byly vzorky vzájemně porovnávány, z čehož jsou zjištěny změny vlastností materiálu čepele nože jídelního příboru. V průběhu celého výrobního procesu od základního materiálu až po konečný výrobek.

3.2. Vzorky k experimentálním pracím

Vzorky k experimentálním pracím byly dodány firmou TONER Moravská Třebová. Vzorků bylo dodáno celkem 6 kusů: 1x zákl. materiál, 4x nůž Bund, 1x nůž Melodie.

3.2.1. Materiál vzorků - nožů

Tab. 3.1 Martensitická nerez ocel – značení

Grade	DIN/DIN EN	AISI	UNS	SS	AFNOR	BS
1.4021	X20Cr 13	420	S 42000	2303	Z 20 C 13	420 S 37

Tab. 3.2 Chemické složení materiálu

C%	Si%	Mn%	P%	S%	Cr%
0,2	0,49	0,77	0,023	0,002	13,18

Tab. 3.3 Vlastnosti materiálu

Tažnost 80mm %	Pevnost N/mm	Hranice průhybu Rp0,2 N/mm
28,9/30,5	550/563	380/381

Tab. 3.4 Označení povrchu plechu použitého materiálu

EN	DIN	ČSN	Výrobní postup	Vzhled povrchu
2B	n (III c)	4	za studena válcovaný, žíhaný mořený, za studena doválcovaný	matně lesklý

Tab. 3.5 Základní materiál pro výrobu je dodán ve formě tabule plechu o rozměrech

Tloušťka	Šířka	Délka
2,50 mm	1 250 mm	2 000 mm

3.2.2. Popis vzorků

- 1 – Základní materiál pro výrobu – destička o rozměrech 8x8cm ustřižena z tabule plechu.



Obr. 3.1 Zákl.materiál - vzorek č.1

- 2- Nůž Bund po vystřížení a vylisování – povrch bez úpravy, vzhled zákl. materiálu.



Obr. 3.2 Nůž Bund - vzorek č.2

- 3 - Nůž Bund po kalení při teplotě 1 050°C v ochranné atmosféře a popouštění při teplotě 200°C v době 30min,
- čepel broušena brusným kotoučem zrnitostí 150, povrch drsný
 - rukojeť bez povrchové úpravy, vzhled zákl. materiálu.



Obr. 3.3 Nůž Bund po kalení a broušení – vzorek č.3

- 4 - Nůž Bund
- čepel broušena brusným kotoučem zrnitostí 600, povrch nepatrně drsný
 - rukojeť matována (sisál. kotouč + kartáčovací pasta), získává lesklejší vzhled.



Obr. 3.4 Nůž Bund po jemnějším broušení – vzorek č.4

5 - Nůž Bund

- čepel a rukojeť jsou matovány, mají stejný vzhled – povrch hladký lehce matný.



Obr. 3.5 Nůž Bund po matování – vzorek č.5

6 - Nůž Melodie – vyleštěn (bavlněný kotouč + pasta) – vzhled zrcadlového lesku.



Obr. 3.6 Nůž Melodie po vyleštění – vzorek č.6

4. Provedení a zhodnocení experimentálních prací

4.1. Měření drsnosti povrchu dle ČSN EN ISO 4287

Měření drsnosti povrchu materiálu nožů kuchyňského příboru bylo provedeno dle ČSN EN ISO 4287 na všech zkoušených vzorcích. Měření bylo prováděno dotykovou metodou měřicím přístrojem MITUTOYO SURFTEST – SJ 301. Vzorky byly měřeny v oblasti čepele nože v celé její ploše. Naměřené hodnoty jsou uvedené v následujících tabulkách od každého měřeného vzorku. Pro zjištění jednotlivých parametrů drsnosti se provedlo k jednotlivým vzorkům a parametrům deset měření z důvodu vyloučení chyby při měření. Na závěr se výsledná hodnota určí výpočtem aritmetického průměru ze všech deseti naměřených hodnot parametru. Tento výsledek je uveden vždy na konci tabulky u všech měřených parametrů drsnosti. U každého měřeného vzorku je rovněž uveden graf profilu drsnosti povrchu a dále také tabulka s parametry měření.

Parametry měření:

R – pro drsnost povrchu – definuje geometrický parametr (strukturu povrchu)

L – základní délka [mm] – definuje rozsah měřicí délky

λ_c – filtr profilu [mm] – určuje rozhraní mezi složkami drsnosti a vlnitosti

Parametry drsnosti (výškové parametry):

R_a – střední aritmetická úchylka profilu [μm] – vyjadřuje aritmetický průměr výstupků

R_z – maximální výška profilu [μm] – určuje součet výšky nejvyššího výstupku a hloubky nejnižší prohlubně

R_p – největší výška výstupku profilu [μm] – udává výška nejvyššího výstupku

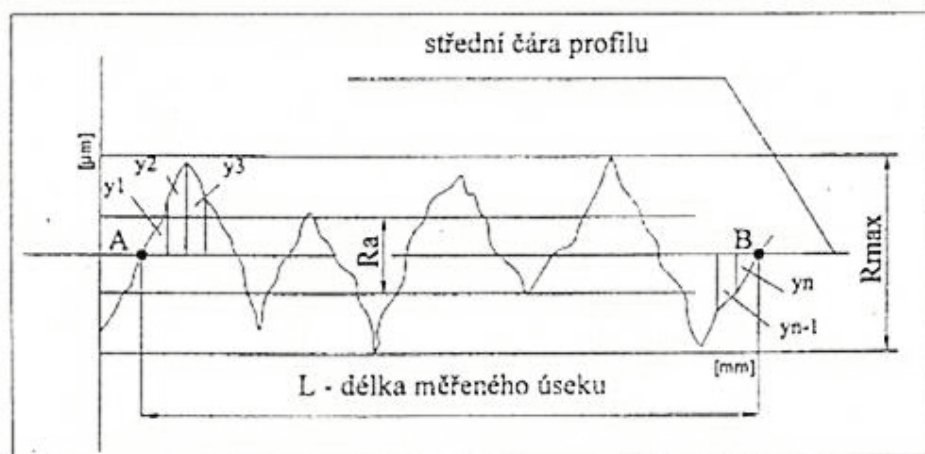
R_v – největší hloubka prohlubně profilu [μm] – udává hloubka nejnižší prohlubně

R_{sk} – šikmost posuzovaného profilu (součinitel asymetrie) [-]

- převažují-li hodnoty záporného charakteru pak povrch vykazuje dobré vlastnosti nosnosti profilu

R_{ku} – špičatost posuzovaného profilu [-]

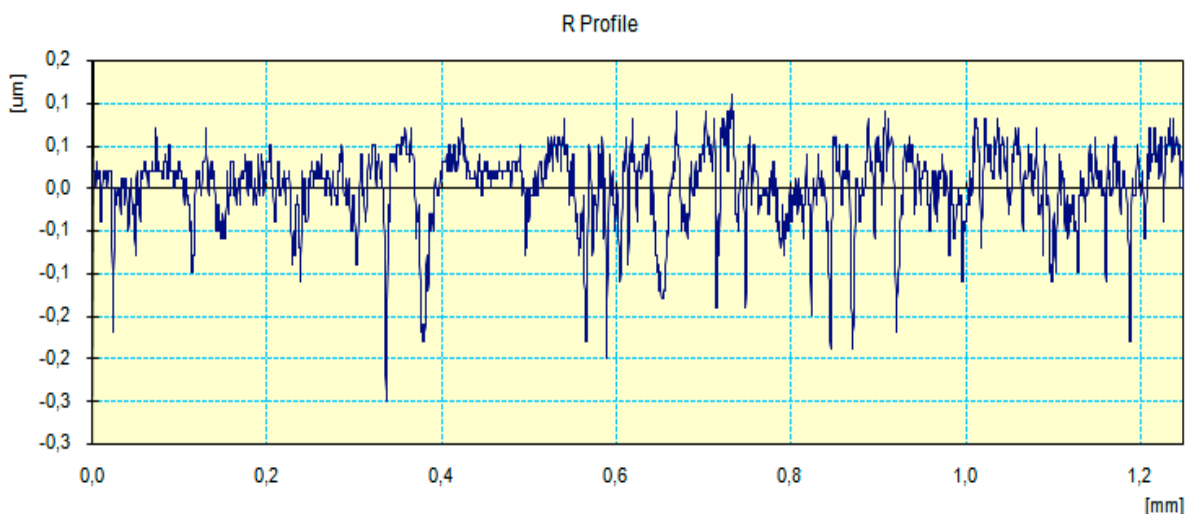
- udává ostrost $R_{ku} > 3$, nebo zaoblenost $R_{ku} < 3$ výstupků a rýh



Obr. 4.1 Hodnocení drsnosti povrchu

4.1.1. Naměřené hodnoty

Vzorek 1 - Základní materiál – destička o rozměrech 8x8cm uštěřižena z tabule plechu.



Graf 4.1. Profil drsnosti vzorku 1

Tab. 4.1 Parametry měření

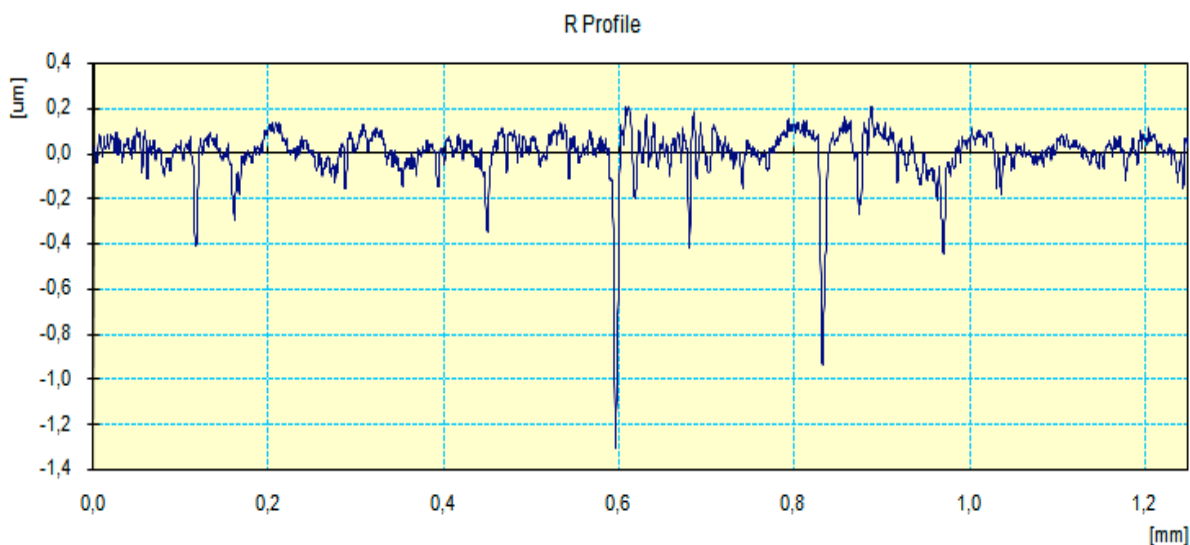
Standard	ISO 97	L	1,25mm
Profile	R	λ_c	0.25 mm
Range	AUTO	Filter	GAUSS

Tab. 4.2 Naměřené hodnoty drsnosti vzorku 1

	Ra [µm]	Rz [µm]	Rp [µm]	Rv [µm]	Rsk [-]	Rku [-]
1	0,04	0,35	0,12	0,23	-1,07	5,37
2	0,05	0,45	0,18	0,32	-1,14	6,34
3	0,04	0,59	0,09	0,5	-2,96	19,00
4	0,06	0,49	0,14	0,35	-1,2	5,42
5	0,03	0,28	0,08	0,20	-1,27	5,72
6	0,05	0,43	0,13	0,31	-1,67	7,03
7	0,05	0,37	0,12	0,25	-0,86	4,32
8	0,06	0,60	0,14	0,46	-1,93	9,24
9	0,05	0,36	0,12	0,24	-0,94	4,59
10	0,06	0,56	0,13	0,43	-2,12	10,58
Ø	0.049	0.448	0.125	0.329	-1.516	7.761

Zhodnocení: Profil drsnosti vzorku má nepravidelný povrch. Jedná se o vzorek základního materiálu, který je dodáván ve třídě kvality povrchu 2B. Povrch materiálu odpovídá kvalitě doválcování, což odpovídá povrchu doválcovacích válců a případně vniklých nečistot na jejich plochy. Tyto nečistoty mohou být důsledkem vzniku nepravidelných prohlubní na profilu vzorku.

Vzorek 2 - Nůž Bund po vystřížení a vylisování – povrch bez úpravy, vzhled zákl. materiálu



Graf 4.2 Profil drsnosti vzorku 2

Tab. 4.3 Parametry měření

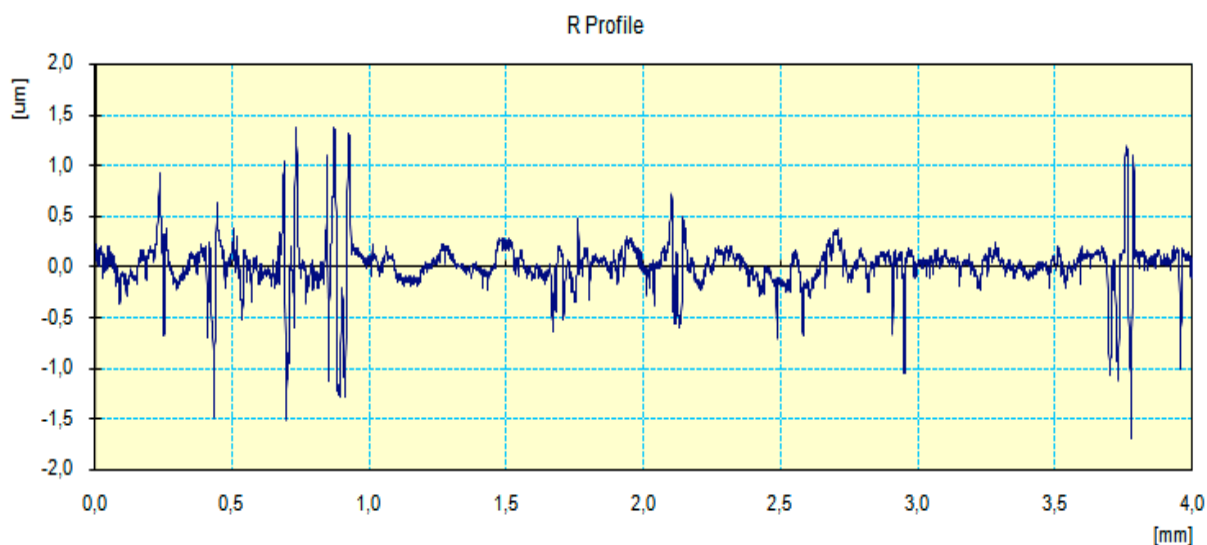
Standard	ISO 97	L	1,25mm
Profile	R	λ_c	0.25 mm
Range	AUTO	Filter	GAUSS

Tab. 4.4 Naměřené hodnoty drsnosti vzorku 2

	Ra [μm]	Rz [μm]	Rp [μm]	Rv [μm]	Rsk [-]	Rku [-]
1	0,06	0,56	0,21	0,37	-1,35	7,18
2	0,06	0,65	0,18	0,47	-1,75	11,25
3	0,05	0,44	0,14	0,30	-0,95	6,13
4	0,06	0,49	0,20	0,29	-0,45	6,29
5	0,08	0,73	0,18	0,55	-1,80	8,82
6	0,08	0,67	0,29	0,38	-0,44	4,84
7	0,10	0,97	0,43	0,55	-0,56	6,04
8	0,06	0,79	0,15	0,64	-2,31	13,62
9	0,06	0,72	0,34	0,37	-0,35	8,67
10	0,05	0,40	0,14	0,25	-0,87	5,00
Ø	0.066	0.642	0.226	0.417	-1.083	7.784

Zhodnocení: Vzorek po vystřížení a vylisování se zjevně projevuje velkou nepravidelností povrchu a zvětšeným profilem drsnosti, zvláště nárazovým výskytem velkých prohlubní, což je způsobeno třením mezi lisovací raznicí a povrchem materiálu nože při lisování.

Vzorek 2.1 - Nůž Bund po vystřížení a vylisování – vzorek 2 – druhá strana s rýhami



Graf 4.3 Profil drsnosti vzorku 2.1

Tab. 4.5 Parametry měření

Standard	ISO 97	L	4mm
Profile	R	λ_c	0.8 mm
Range	AUTO	Filter	GAUSS

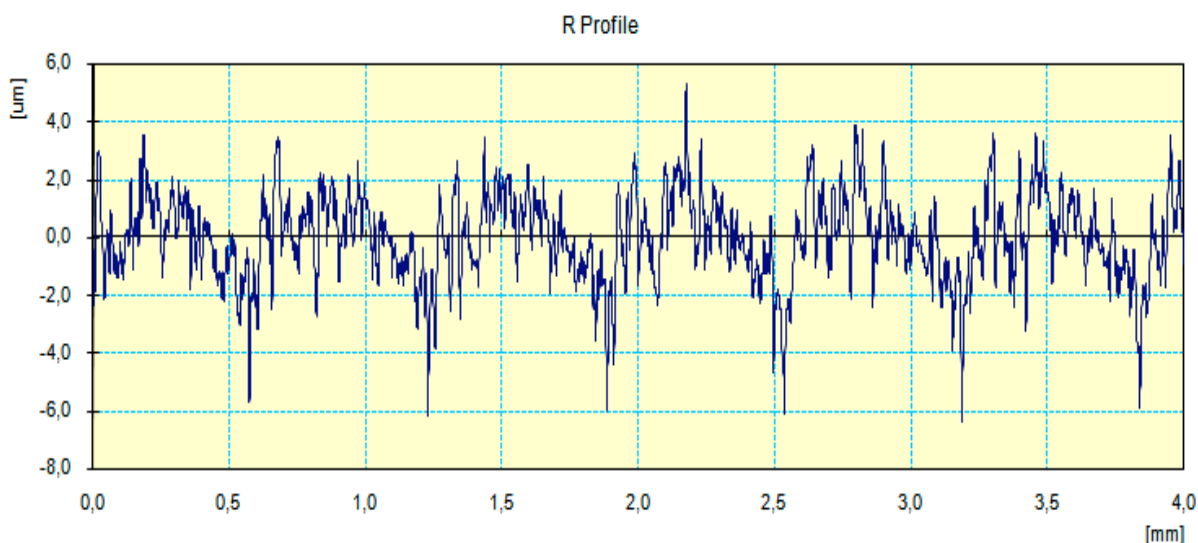
Tab. 4.6 Naměřené hodnoty drsnosti vzorku 2.1

	Ra [μm]	Rz [μm]	Rp [μm]	Rv [μm]	Rsk [-]	Rku [-]
1	0,19	2,30	1,32	0,98	-0,87	15,58
2	0,09	1,26	0,27	0,99	-1,17	12,89
3	0,27	3,21	1,05	2,16	-1,41	9,12
4	0,08	1,09	0,41	0,68	-1,12	10,39
5	0,10	1,40	0,42	0,98	-1,62	13,42
6	0,09	1,16	0,27	0,89	-2,28	12,75
7	0,61	5,11	1,31	3,80	-1,44	11,02
8	0,13	1,88	0,45	1,44	-2,60	15,44
9	0,15	1,89	0,55	1,34	-2,15	11,32
10	0,15	2,23	1,00	1,24	-0,81	10,10
∅	0.186	2.153	0.705	1.45	-1.547	12.203

Zhodnocení: Povrch je rovněž velice nepravidelný. Jedná se o tentýž vzorek, ale z druhé strany, kde jsou viditelnější rýhy na povrchu, které se projevují na profilu drsnosti ostrými výstupky a prohlubněmi profilu. Naměřené hodnoty drsnosti vykazují vůči předešlé straně větších hodnot, které jsou způsobené rovněž důsledkem lisování a důsledkem nečistot vniklých mezi lisovací raznici a lisovanou plochu materiálu vzorku – nože při lisování.

Vzorek 3 - Nůž Bund po kalení při teplotě 1 050°C v ochranné atmosféře a popouštění při teplotě 200°C v době 30min,

- čepel broušena brusným kotoučem zrnitosti 150, povrch drsný



Graf 4.4 Profil drsnosti vzorku 3

Tab. 4.7 Parametry měření

Standard	ISO 97	L	4mm
Profile	R	λ_c	0.8 mm
Range	AUTO	Filter	GAUSS

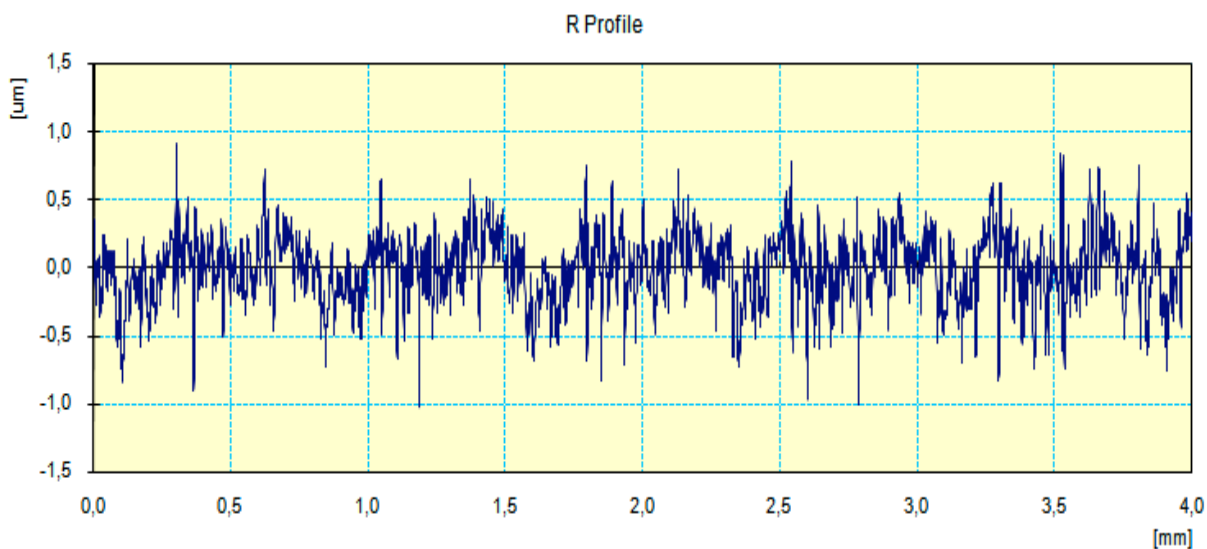
Tab. 4.8 Naměřené hodnoty drsnosti vzorku 3

	Ra [µm]	Rz [µm]	Rp [µm]	Rv [µm]	Rsk [-]	Rku [-]
1	1,35	9,18	4,01	5,17	-0,53	3,44
2	1,13	7,86	3,22	4,64	-0,49	3,10
3	1,31	9,90	4,49	5,41	0,08	3,29
4	1,07	9,35	3,72	5,63	-0,28	3,79
5	1,13	8,85	3,18	5,68	-0,68	3,97
6	0,92	6,43	3,57	2,85	0,24	3,15
7	1,16	7,14	3,58	3,56	0,12	2,69
8	1,21	7,48	3,78	3,70	0,12	2,66
9	1,34	9,00	4,71	4,29	0,30	3,09
10	1,18	9,97	3,93	6,04	-0,26	3,60
Ø	1.18	8.516	3.819	4.697	-0.138	3.278

Zhodnocení: Profil drsnosti vzorku má pravidelně vyskytující se značné výstupky a hloubky povrchu, což je způsobené broušením a měřením povrchu vzorku kolmo na směr broušení.

Hodnoty drsnosti vykazují velmi vysoké hodnoty, což odpovídá broušení kotoučem zrnitostí 150.

Vzorek 4 - Nůž Bund - čepel broušena brusným kotoučem zrnitosti 600, povrch nepatrně drsný



Graf 4.5 Profil drsnosti vzorku 4

Tab. 4.9 Parametry měření

Standard	ISO 97	L	4mm
Profile	R	λ_c	0.8 mm
Range	AUTO	Filter	GAUSS

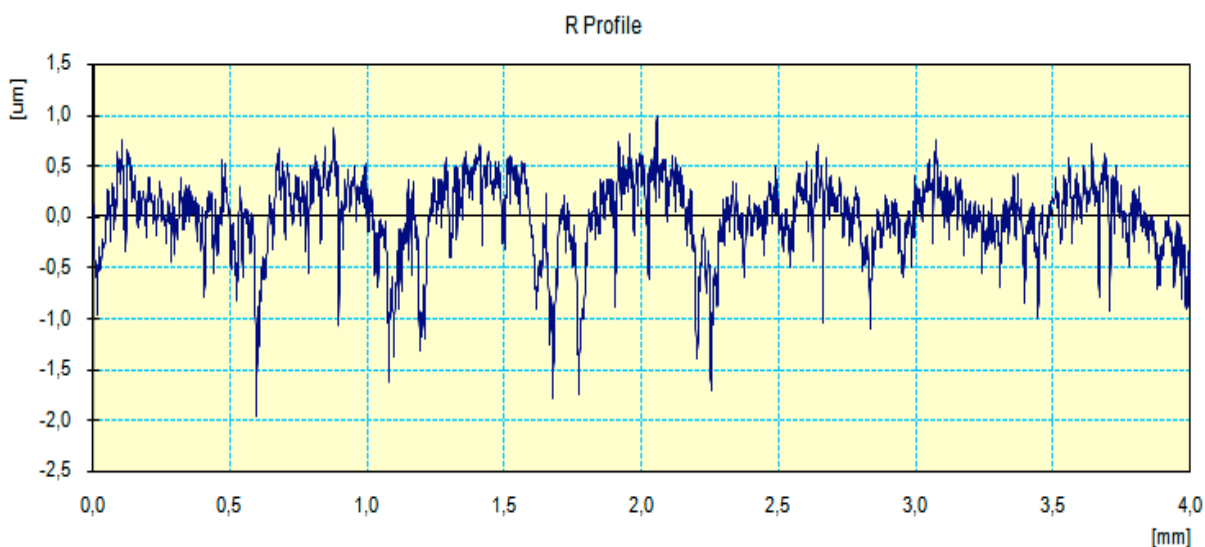
Tab. 4.10 Naměřené hodnoty drsnosti vzorku 4

	Ra [μm]	Rz [μm]	Rp [μm]	Rv [μm]	Rsk [-]	Rku [-]
1	0,20	1,70	0,63	1,07	-0,56	4,37
2	0,17	1,83	0,51	0,32	-1,19	7,86
3	0,17	1,73	0,74	0,99	-0,28	4,03
4	0,18	1,52	0,64	0,88	-0,06	3,25
5	0,20	1,89	0,89	1,00	-0,15	4,00
6	0,40	4,35	2,01	2,34	-0,36	5,95
7	0,26	2,70	1,14	1,56	-0,30	4,80
8	0,26	2,62	1,21	1,41	-0,27	4,65
9	0,27	2,84	1,08	1,76	-0,46	5,23
10	0,20	1,70	0,78	0,92	-0,32	3,42
Ø	0.231	2.288	0.963	1.225	-0.395	4.756

Zhodnocení: Vůči předešlé povrchové úpravě vykazují naměřené hodnoty drsnosti vzorku značně nižších hodnot. To je důsledkem broušení povrchu kotoučem zrnitostí 600.

Vzorek 5 - Nůž Bund v konečné podobě

- čepel a rukojeť jsou matovány, mají stejný vzhled – povrch hladký, lehce matný



Graf 4.6 Profil drsnosti vzorku 5

Tab. 4.11 Parametry měření

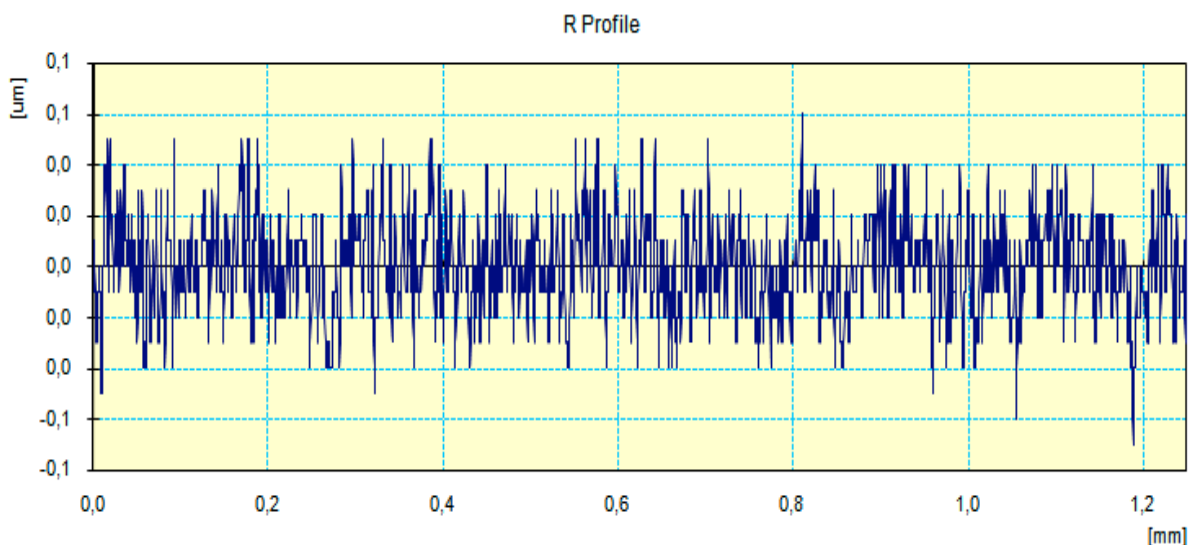
Standard	ISO 97	L	4mm
Profile	R	λ_c	0.8 mm
Range	AUTO	Filter	GAUSS

Tab. 4.12 Naměřené hodnoty drsnosti vzorku 5

	Ra [μm]	Rz [μm]	Rp [μm]	Rv [μm]	Rsk [-]	Rku [-]
1	0,37	3,28	0,96	2,32	-1,11	5,29
2	0,30	2,45	0,91	1,53	-0,84	4,18
3	0,19	1,88	0,74	1,14	-0,75	5,12
4	0,16	1,52	0,69	0,82	-0,36	4,03
5	0,20	2,74	0,74	2,00	-2,22	14,37
6	0,18	1,74	0,71	1,02	-0,57	4,55
7	0,21	1,80	0,72	1,09	-0,71	4,38
8	0,24	2,15	0,72	1,43	-0,98	5,31
9	0,28	2,27	0,80	1,47	-0,86	4,39
10	0,28	2,30	0,81	1,49	-0,88	4,42
Ø	0.241	2.213	0.78	1.431	-0.928	4.304

Zhodnocení: Naměřené hodnoty drsnosti vykazují přibližně podobné hodnoty ve srovnání s hodnotami předešlé povrchové úpravy. Na profilu drsnosti vzorku je ale výskyt hlubších prohlubní, které jsou způsobené matováním.

Vzorek 6 - Nůž klasický v konečné podobě – vyleštěn (bavlněný kotouč + pasta)
– vzhled zrcadlového lesku.



Graf 4.7 Profil drsnosti vzorku 6

Tab. 4.13 Parametry měření

Standard	ISO 97	L	1,25mm
Profile	R	λ_c	0.25 mm
Range	AUTO	Filter	GAUSS

Tab. 4.14 Naměřené hodnoty drsnosti vzorku 6

	Ra [µm]	Rz [µm]	Rp [µm]	Rv [µm]	Rsk [-]	Rku [-]
1	0,01	0,11	0,06	0,05	0,13	2,94
2	0,02	0,13	0,06	0,07	-0,01	3,22
3	0,01	0,10	0,05	0,05	0,08	2,98
4	0,02	0,12	0,05	0,06	-0,20	3,16
5	0,01	0,11	0,05	0,06	0,05	3,13
6	0,02	0,13	0,07	0,07	-0,17	2,95
7	0,01	0,11	0,05	0,05	0,04	3,03
8	0,01	0,11	0,05	0,06	-0,08	3,29
9	0,01	0,10	0,05	0,05	-0,03	3,02
10	0,01	0,10	0,05	0,05	0,09	2,97
Ø	0.013	0.112	0.054	0.057	-0.01	3.069

Zhodnocení: Profil drsnosti a naměřené hodnoty vzorku vykazují velice nízké hodnoty, což je projevem velice hladkého povrchu materiálu. Na jeho profilu se nepravidelně vyskytují ostřejší výstupky a prohlubně, které jsou důsledkem předešlého broušení a vzniku případných nečistot při leštění. Povrch vzorku však dosahuje nejnižších hodnot špičatosti profilu povrchu ze všech vzorků.

4.1.2. Porovnání výsledků parametrů drsnosti

V následující tabulce jsou uvedené výsledky jednotlivých parametrů drsnosti ode všech měřených vzorků.

Tab. 4.15 Výsledky hodnot drsnosti

Vzorek č.	Ra [μm]	Rz [μm]	Rp [μm]	Rv [μm]	Rsk [-]	Rku [-]
1	0.049	0.448	0.125	0.329	-1.516	7.761
2	0.066	0.642	0.226	0.417	-1.083	7.784
2.1	0.186	2.153	0.705	1.45	-1.547	12.203
3	1.18	8.516	3.819	4.697	-0.138	3.278
4	0.231	2.288	0.963	1.225	-0.395	4.756
5	0.241	2.213	0.78	1.431	-0.928	4.304
6	0.013	0.112	0.054	0.057	-0.01	3.069

Z tabulky výsledků je zjevně patrný rozdíl parametrů drsnosti povrchu na jednotlivých zkoušených vzorcích. To je zapříčiněno průběhem výroby nožů kuchyňského příboru, kdy je po každé povrchové úpravě znatelná změna v parametrech drsnosti.

4.2. Vyhodnocení parametrů drsnosti jednotlivých nožů

4.2.1. Nůž Bund vzorek 1–5

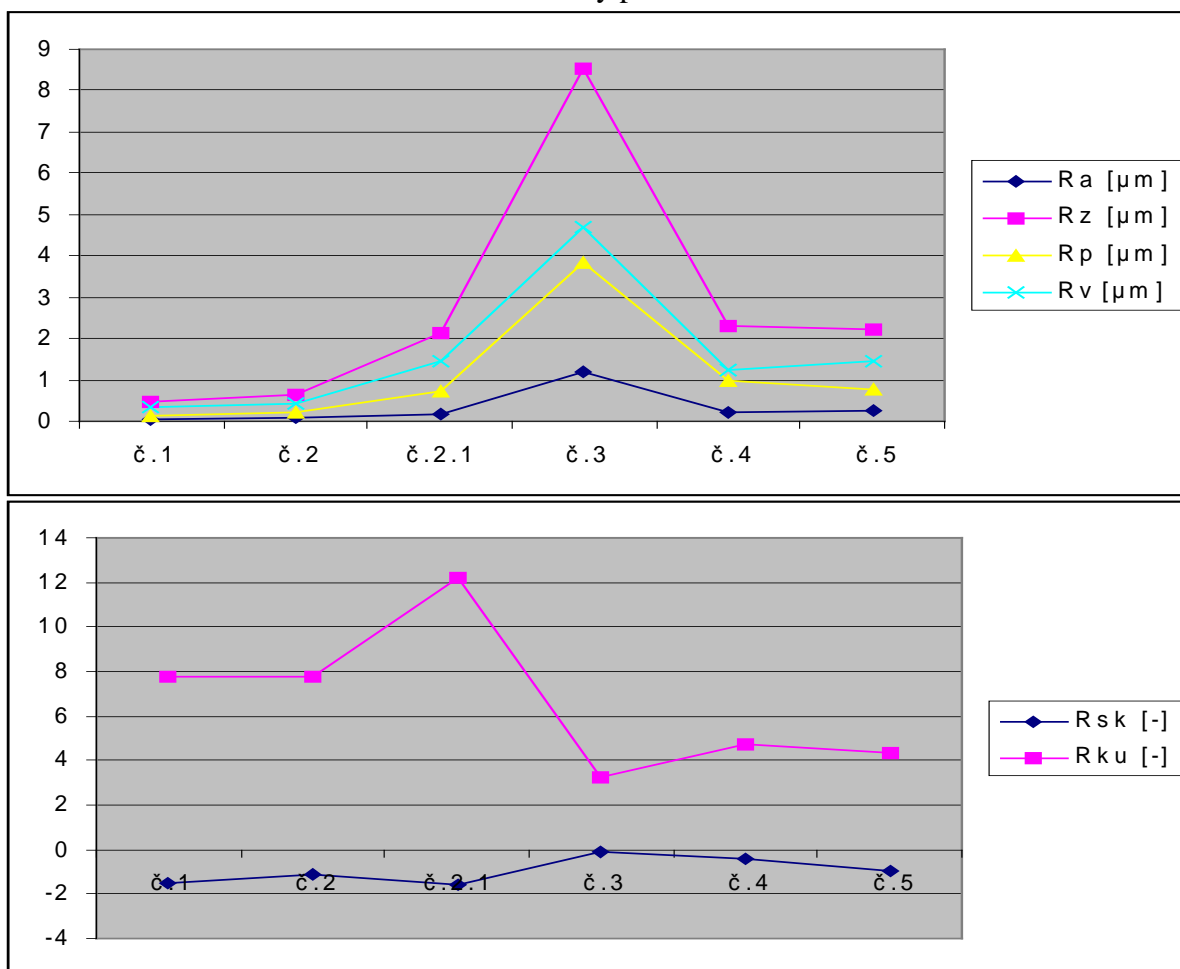
Tab. 4.16 Hodnoty drsnosti vzorků nože Bund

Vzorek č.	Ra [μm]	Rz [μm]	Rp [μm]	Rv [μm]	Rsk [-]	Rku [-]
1	0.049	0.448	0.125	0.329	-1.516	7.761
2	0.066	0.642	0.226	0.417	-1.083	7.784
2.1	0.186	2.153	0.705	1.45	-1.547	12.203
3	1.18	8.516	3.819	4.697	-0.138	3.278
4	0.231	2.288	0.963	1.225	-0.395	4.756
5	0.241	2.213	0.78	1.431	-0.928	4.304

V tabulce jsou uvedeny výsledné parametry drsnosti nože Bund kuchyňského příboru během jeho výroby, a to od vzorku základního materiálu, dodávaného pro výrobu, až po vzorek nože finálního výrobku.

V následujícím grafickém zobrazení je zachycen tento průběh změny povrchu nože během jeho výroby.

Graf 4.8 a 4.9 Průběh změny povrchu vzorků nože Bund



4.2.2. Nůž Melodie vzorek 1–4 a 6

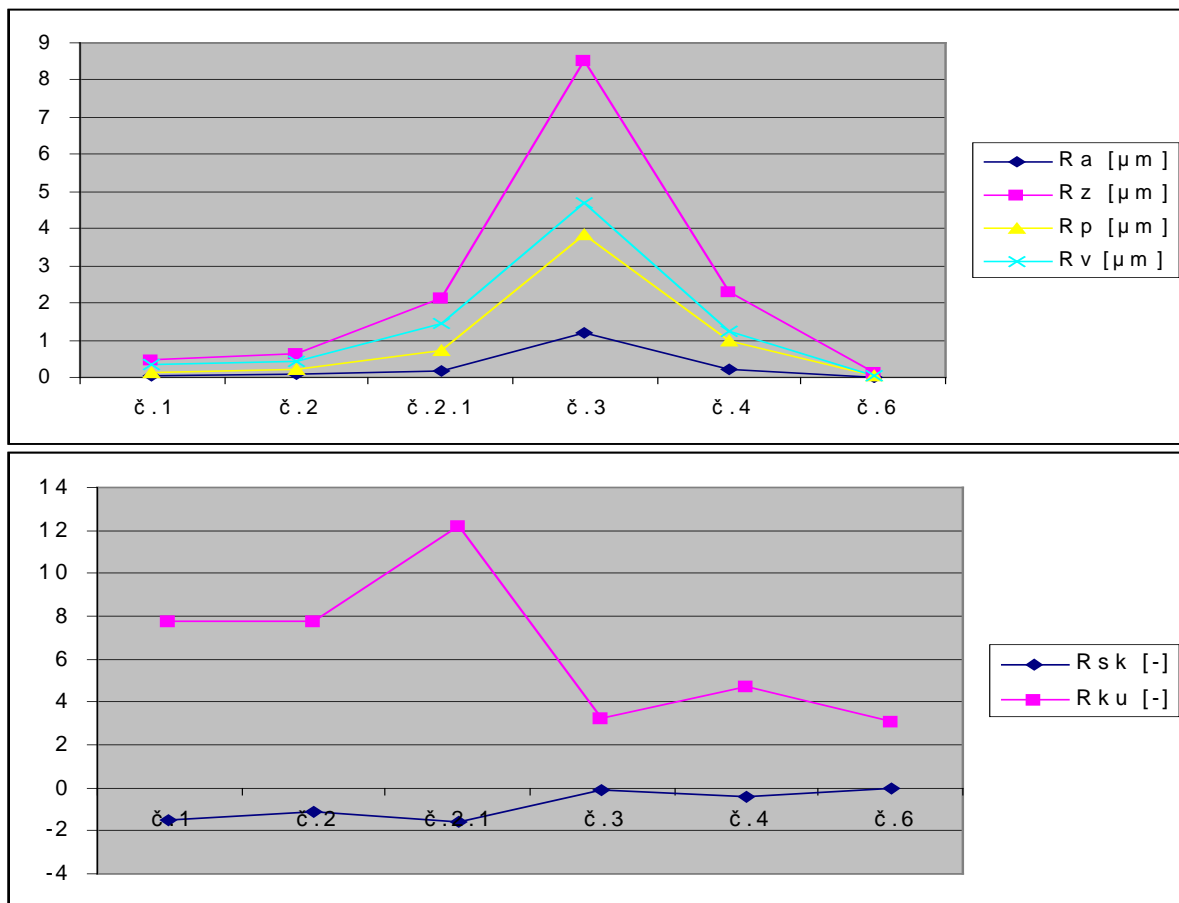
U nože Melodie je průběh výroby, kromě poslední operace povrchové úpravy, stejný jako u nože Bund, tudíž jsou vzorky 1-4 stejné u obou nožů a zároveň jsou shodné i jejich parametry. Liší se pouze u posledního vzorku – finálního výrobku, u kterého je nůž Melodie leštěn do zrcadlového lesku, kdežto nůž Bund je matován.

Tab. 4.17 Hodnoty drsnosti vzorků nože Melodie

Vzorek č.	Ra [μm]	Rz [μm]	Rp [μm]	Rv [μm]	Rsk [-]	Rku [-]
1	0.049	0.448	0.125	0.329	-1.516	7.761
2	0.066	0.642	0.226	0.417	-1.083	7.784
2.1	0.186	2.153	0.705	1.45	-1.547	12.203
3	1.18	8.516	3.819	4.697	-0.138	3.278
4	0.231	2.288	0.963	1.225	-0.395	4.756
6	0.013	0.112	0.054	0.057	-0.01	3.069

Hodnoty v tabulce jsou rovněž uvedeny od vzorku základního materiálu dodávaného pro výrobu, až po vzorek nože Melodie finálního výrobku. Zároveň jsou tyto hodnoty zobrazeny v následném grafu.

Graf 4.10 a 4.11 Průběh změny povrchu vzorků nože Melodie



4.2.3. Porovnání hodnot drsnosti nože Bund a Melodie

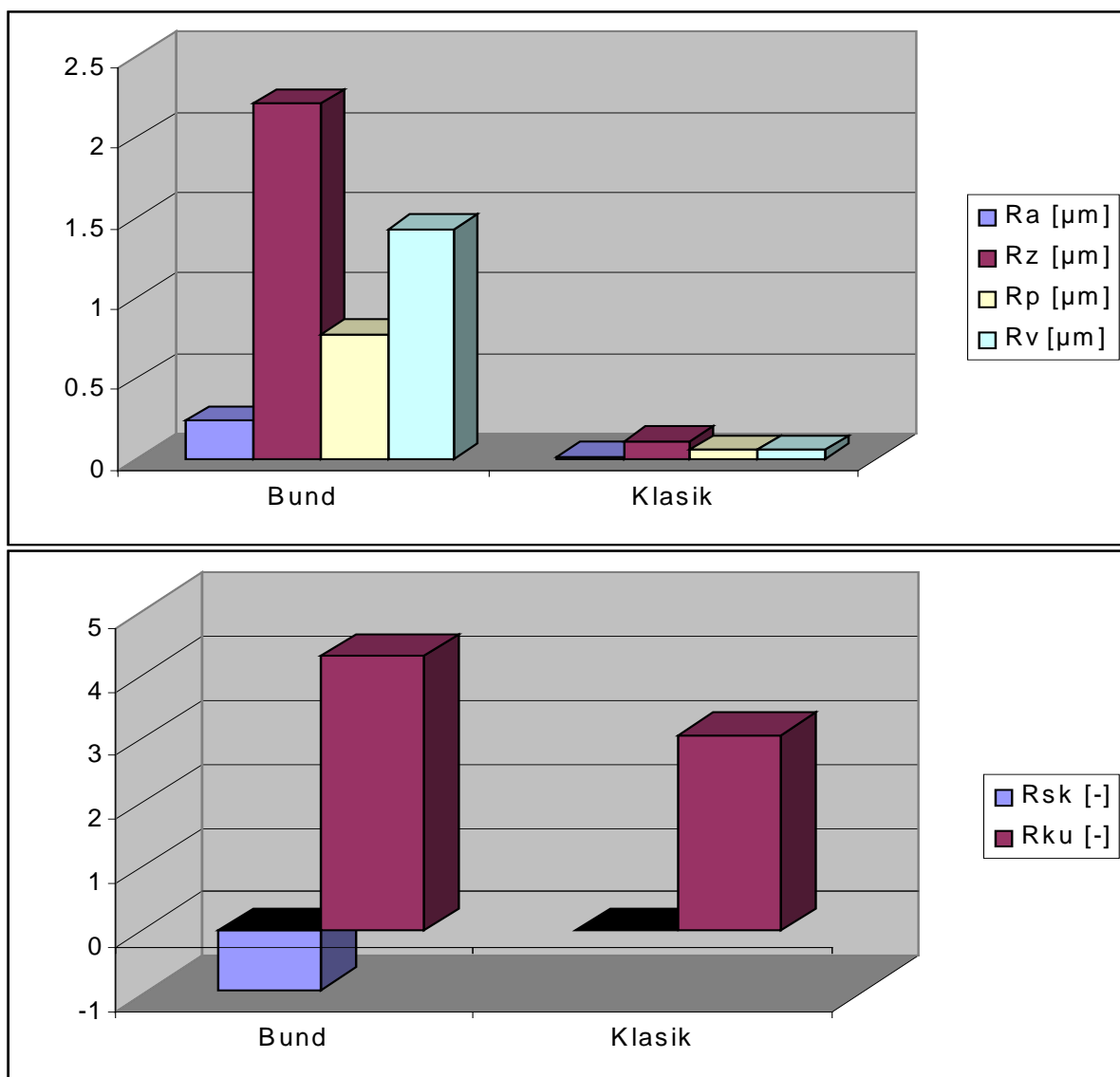
V následné tabulce je zobrazeno srovnání hodnot parametrů drsnosti vzorků finálních výrobků jídelních příborů nože Bund a nože Melodie.

Tab. 4.18 Hodnoty drsnosti nože Bund a Melodie

Nůž	Ra [μm]	Rz [μm]	Rp [μm]	Rv [μm]	Rsk [-]	Rku [-]
Bund	0.241	2.213	0.78	1.431	-0.928	4.304
Melodie	0.013	0.112	0.054	0.057	-0.01	3.069

Zároveň toto porovnání obou finálních výrobků-nožů je zobrazeno v následujícím grafu, z kterého je jednoznačně vidět rozdíl parametrů drsnosti povrchu u těchto výrobků.

Graf 4.11 a 4.12 Rozdíl povrchu nože Bund a Melodie



4.2.4. Zhodnocení

U hodnot parametrů drsnosti vzorků finálních výrobků nože Bund a Melodie je zaznamenán jednoznačný rozdíl naměřených hodnot. U nože Bund je ve výrobě prováděna jiná technologie povrchové úpravy než u nože Melodie. Následkem používané jiné technologie povrchové úpravy vykazuje nůž Bund značně vyšší hodnoty drsnosti povrchu materiálu vůči noži Melodie.

4.3. Měření tvrdosti podle Vickerse dle ČSN 42 0374

Zkouška tvrdosti podle Vickerse byla prováděna na všech zkoušených vzorcích kuchyňských nožů. Při zkoušce tvrdosti byla použita zatěžující síla 10 kg (HV 10). Na každém zkoušeném vzorku bylo provedeno pět vtisků, rozložených rovnoměrně na celé ploše čepele nože. Po změření všech pěti vtisků se vypočítala tvrdost na každém zkoušeném vzorku. Tvrdost vzorku se určila tak, že nejvyšší a nejnižší hodnota vtisku se vyřadila a ze zbylých tří středních naměřených hodnot se vypočítal aritmetický průměr.

4.3.1. Tabulky naměřených hodnot jednotlivých vzorků

1 – Základní materiál pro výrobu – destička o rozměrech 8x8cm ustřižena z tabule plechu.

Tab. 4.19 Tvrdosti naměřené vzorku 1

měření	1	2	3	4	5
HV 10	170	175	175	170	170

Výsledná hodnota tvrdosti vzorku 1 = **172 HV 10**.

2 - Nůž Bund po vystřižení a vylišování – povrch bez úpravy, vzhled zákl. materiálu.

Tab. 4.20 Tvrdosti naměřené vzorku 2

měření	1	2	3	4	5
HV 10	154	170	175	169	167

Výsledná hodnota tvrdosti vzorku 2 = **169 HV 10**

3 - Nůž Bund po kalení při teplotě 1 050°C v ochranné atmosféře a popouštění při teplotě 200°C v době 30min,

- čepel broušena brusným kotoučem zrnitosti 150, povrch drsný
- rukojeť bez povrchové úpravy, vzhled zákl. materiálu.

Tab. 4.21 Tvrdosti naměřené vzorku 3

měření	1	2	3	4	5
HV 10	519	560	554	560	554

Výsledná hodnota tvrdosti vzorku 3 = **556 HV 10**

4 - Nůž Bund

- čepel broušena brusným kotoučem zrnitosti 600, povrch nepatrně drsný
- rukojeť matována (sisál. kotouč + kartáčovací pasta), získává lesklejší vzhled.

Tab. 4.22 Tvrdosti naměřené vzorku 4

měření	1	2	3	4	5
HV 10	566	514	519	542	554

Výsledná hodnota tvrdosti vzorku 4 = **538 HV 10**

5 - Nůž Bund

- čepel a rukojeť jsou matovány, mají stejný vzhled – povrch hladký lehce matný.

Tab. 4.23 Tvrdosti naměřené vzorku 5

měření	1	2	3	4	5
HV 10	560	548	548	473	508

Výsledná hodnota tvrdosti vzorku 5 = **535 HV 10**

6 - Nůž klasický příbor – vyleštěn (bavlněný kotouč + pasta) – vzhled zrcadlového lesku.

Tab. 4.24 Tvrdosti naměřené vzorku 6

měření	1	2	3	4	5
HV 10	525	468	488	542	542

Výsledná hodnota tvrdosti vzorku 6 = **518 HV 10**

4.3.2. Výsledky hodnot tvrdosti jednotlivých vzorků

V následující tabulce jsou uvedeny výsledné hodnoty tvrdosti všech zkoušených vzorků. Porovnáním výsledných hodnot je patrný rozdíl tvrdosti mezi jednotlivými vzorky, z čehož vyplývá změna tvrdosti materiálu během výroby nože kuchyňského příboru.

Tab. 4.25 Hodnoty tvrdosti jednotlivých vzorků

Vzorek č.	1	2	3	4	5	6
HV 10	172	169	556	538	535	518

4.4. Měření mikrotvrdosti podle Vickerse dle ČSN 42 0375

Zkouška mikrotvrdosti povrchu materiálu podle Vickerse byla prováděna při použití zatěžující síly 100 g (HV 0,1). Měření bylo prováděno při zvětšení 500x za pomoci světelného mikroskopu. Obdobně tak, jako u měření tvrdosti, bylo provedeno měření mikrotvrdosti, kdy na každém zkoušeném vzorku bylo provedeno pět vtisků, rozložených rovnoměrně na celé ploše čepele nože. Po změření všech pěti vtisků se vypočítala tvrdost na každém zkoušeném vzorku. Tvrdost vzorku se určila tak, že nejvyšší a nejnižší hodnota vtisku se vyřadila a ze zbylých tří středních naměřených hodnot se vypočítal aritmetický průměr.

4.4.1. Tabulky naměřených hodnot jednotlivých vzorků

1 – Základní materiál pro výrobu – destička o rozměrech 8x8cm ustřižena z tabule plechu.

Tab. 4.26 Naměřené mikrotvrdosti vzorku 1

měření	1	2	3	4	5
HV 0,1	199	191	188	202	188

Výsledná hodnota tvrdosti vzorku 1 = **193 HV 0,1**.

4 - Nůž Bund

- čepel broušena brusným kotoučem zrnitostí 600, povrch nepatrně drsný
- rukojeť matována (sisál. kotouč + kartáčovací pasta), získává lesklejší vzhled.

Tab. 4.27 Naměřené mikrotvrdosti vzorku 4

měření	1	2	3	4	5
HV 0,1	719	671	720	640	636

Výsledná hodnota tvrdosti vzorku 4 = **677 HV 0,1**.

5 - Nůž Bund v konečné podobě

- čepel a rukojeť jsou matovány, mají stejný vzhled – povrch hladký lehce matný.

Tab. 4.28 Naměřené mikrotvrlosti vzorku 5

měření	1	2	3	4	5
HV 0,1	738	656	660	671	703

Výsledná hodnota tvrdosti vzorku 5 = **678 HV 0,1**.

6 - Nůž klasický příbor v konečné podobě – vyleštěn (bavlněný kotouč + pasta) – vzhled zrcadlového lesku.

Tab. 4.29 Naměřené mikrotvrlosti vzorku 6

měření	1	2	3	4	5
HV 0,1	561	586	569	569	564

Výsledná hodnota tvrdosti vzorku 6 = **567 HV 0,1**.

4.4.2. Výsledky hodnot mikrotvrlosti jednotlivých vzorků

V následující tabulce jsou uvedeny výsledné hodnoty mikrotvrlosti zkoušených vzorků. Porovnáním výsledných hodnot je patrný rozdíl mikrotvrlosti mezi jednotlivými vzorky.

Tab. 4.30 Hodnoty mikrotvrlosti jednotlivých vzorků

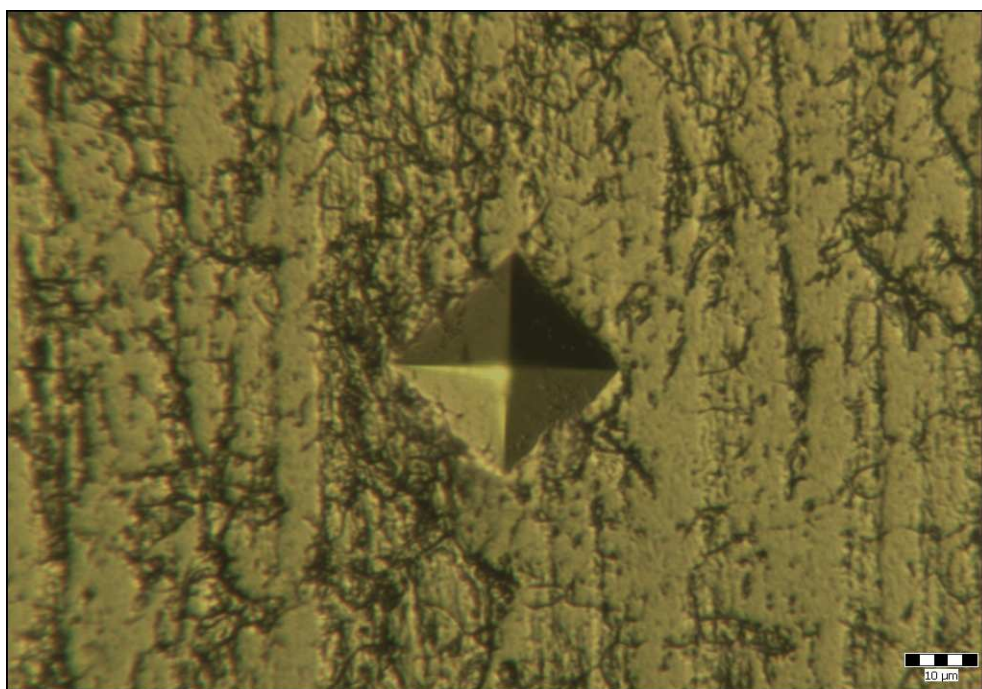
Vzorek č.	1	4	5	6
HV 0,1	193	677	678	567

U vzorku 2 a 3 nejsou stanoveny výsledné hodnoty mikrotvrlosti, protože nebyly metalograficky čitelné.

4.4.3. Povrch materiálu vzorků po zvětšení

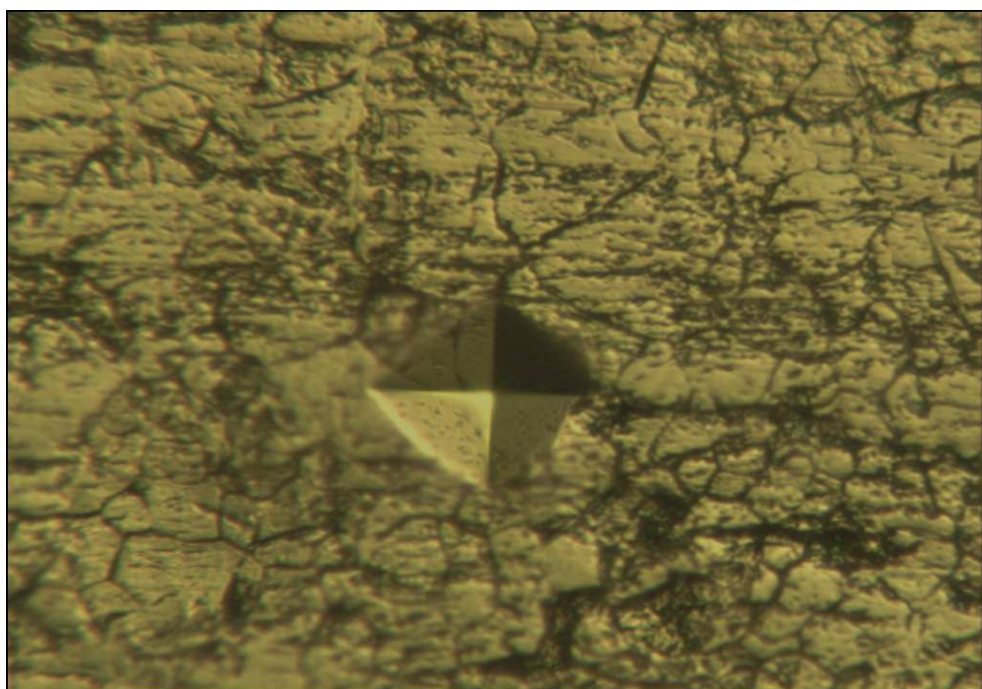
Na následující obrázcích jsou znázorněny fotografie povrchu materiálů s Vickersovým vtiskem jednotlivých zkoušených vzorků. Uvedený povrch je zvětšen 500x pomocí světelného mikroskopu Neophot.

Základní materiál pro výrobu – výstřih z tabule plechu



Obr. 4.2 Vzorek 1 při 500x zvětšení

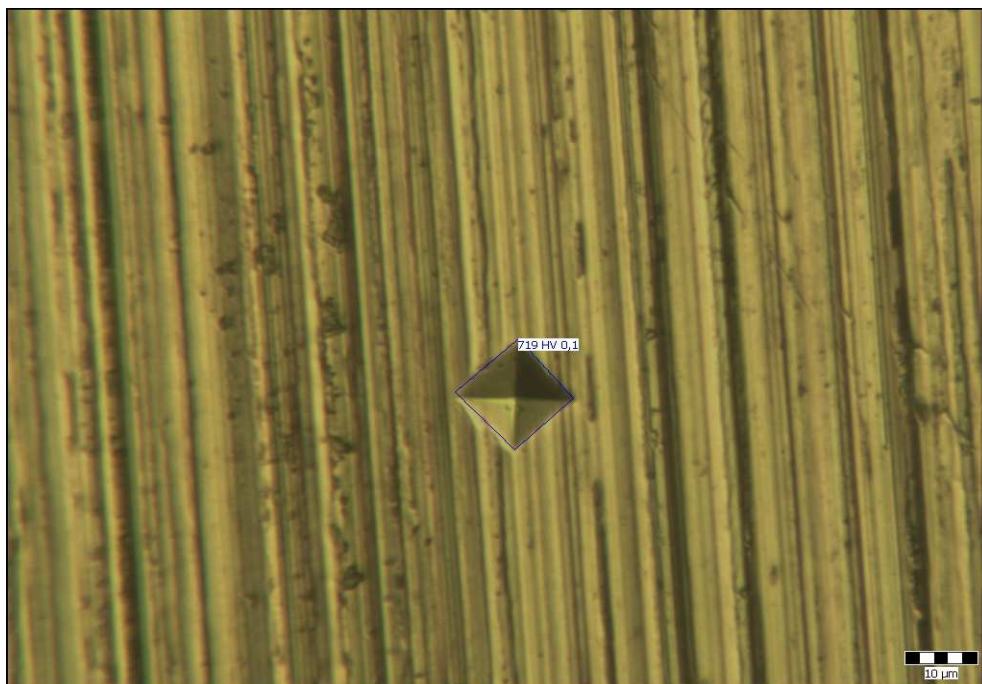
Nůž Bund po vystřížení a vylisování – povrch bez úpravy



Obr. 4.3 Vzorek 2 při 500x zvětšení

Nůž Bund

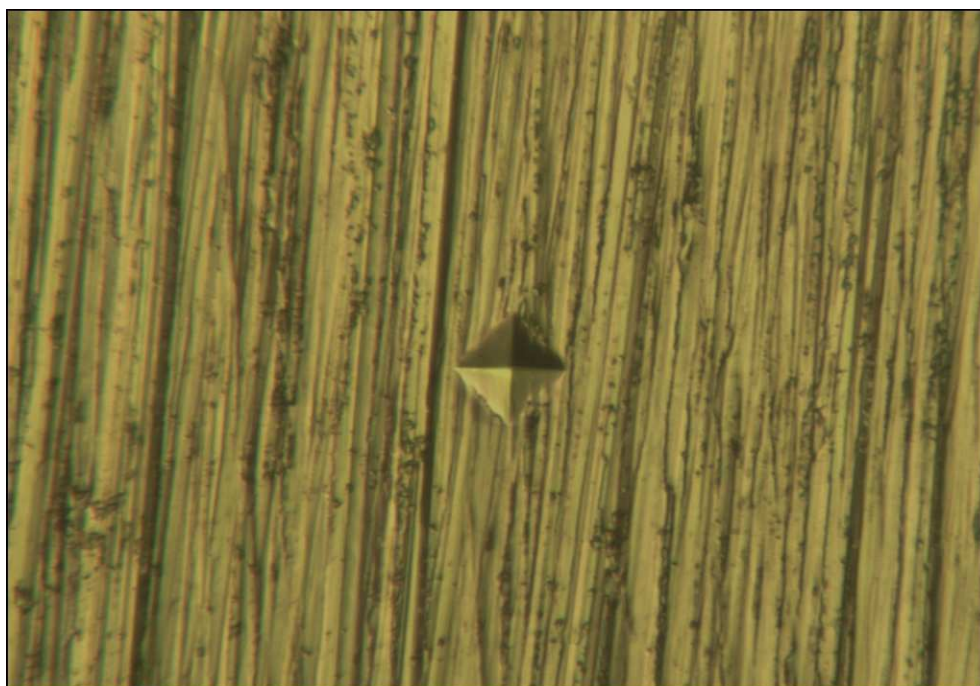
- čepel broušena brusným kotoučem zrnitostí 600, povrch nepatrně drsný



Obr. 4.4 Vzorek 4 při 500x zvětšení

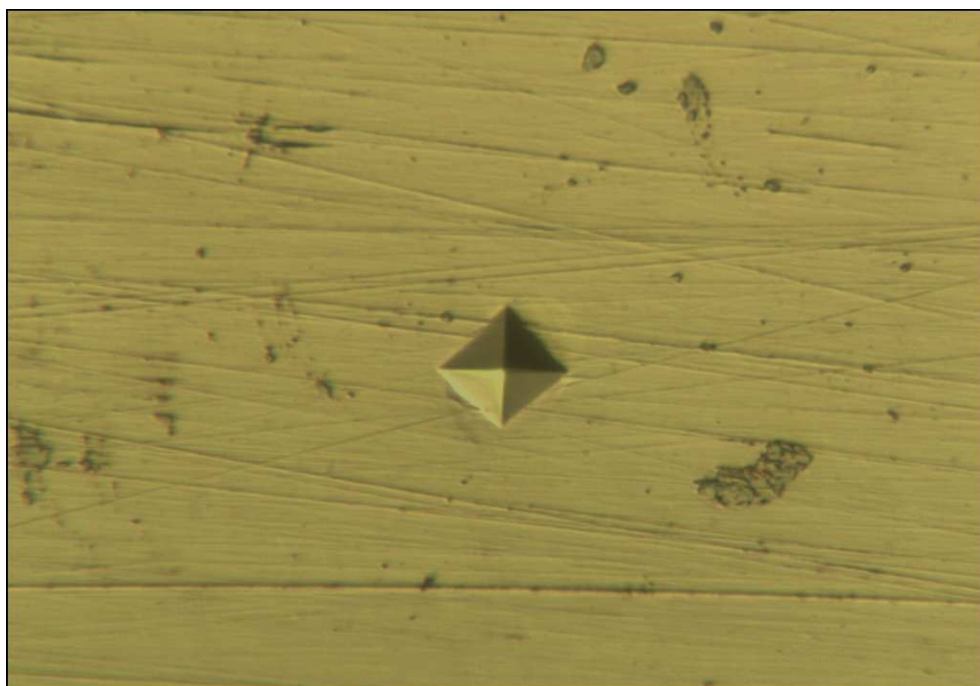
Nůž Bund v konečné podobě

- čepel a rukojeť jsou matovány, mají stejný vzhled – povrch hladký lehce matný



Obr. 4.5 Vzorek 5 při 500x zvětšení

Nůž klasický příbor v konečné podobě – vyleštěn (bavlněný kotouč + pasta) – vzhled zrcadlového lesku



Obr. 4.6 Vzorek 6 při 500x zvětšení

4.5. Zhodnocení výsledků tvrdosti a mikrotvrdosti

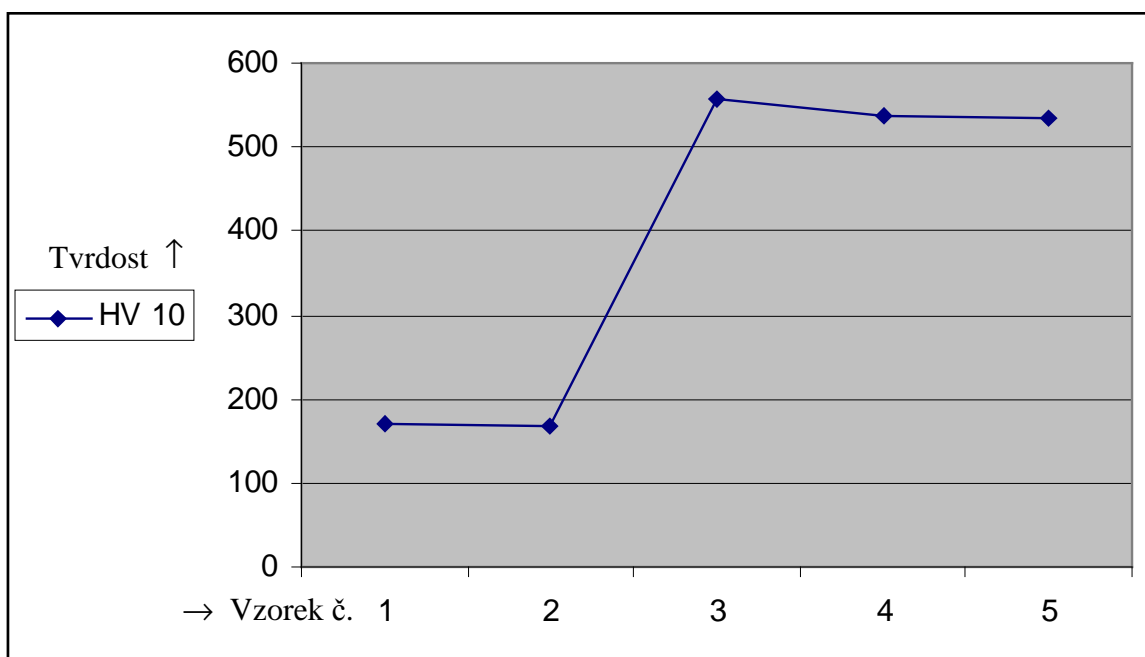
V následujících tabulkách jsou uvedeny hodnoty tvrdosti a mikrotvrdosti jednotlivých vzorků kuchyňského příboru nože Bund a nože Melodie. Ukazují nám změny hodnot, které jsou způsobené jednotlivými operacemi během výroby od základního materiálu až po finální výrobek u obou nožů. Tyto změny tvrdosti a mikrotvrdosti jsou zároveň u obou nožů znázorněny graficky.

4.5.1. Průběh změny tvrdosti nože Bund – vzorek 1-5

Tab. 4.31 Změna tvrdosti nože Bund

Vzorek č.	1	2	3	4	5
Tvrdost HV 10	172	169	556	538	535

Graf 4.13 Průběh tvrdosti nože Bund

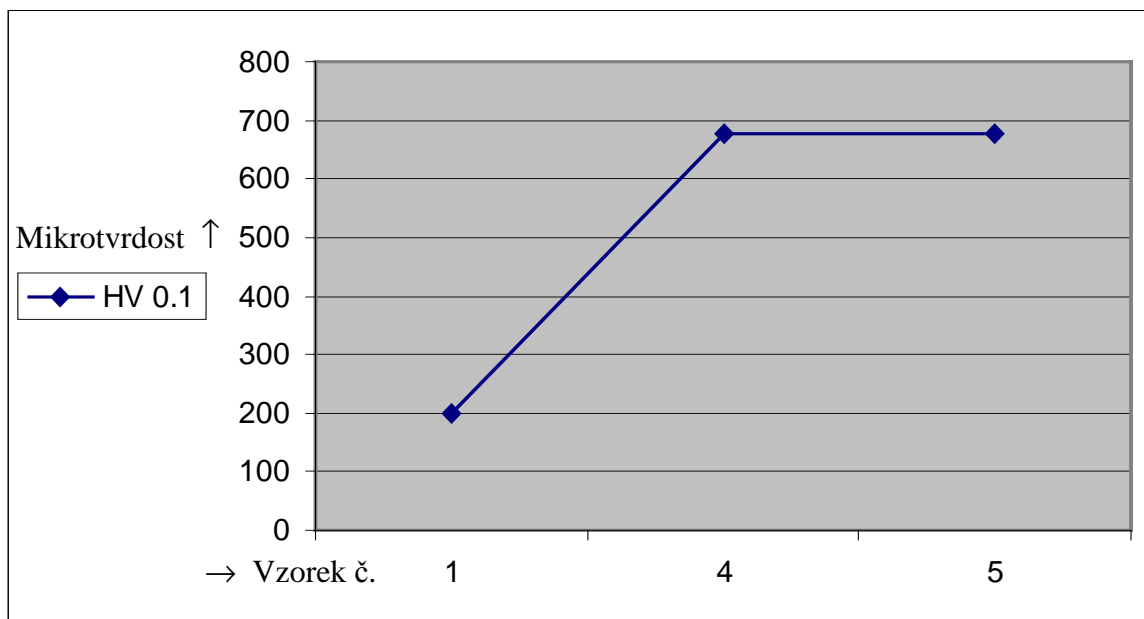


4.5.2. Průběh změny mikrotvrlosti nože Bund – vzorek 1-5

Tab. 4.32 Změna mikrotvrlosti nože Bund

Vzorek č.	1	4	5
Mikrotvrdest HV 0,1	193	677	678

Graf 4.14 Průběh mikrotvrlosti nože Bund



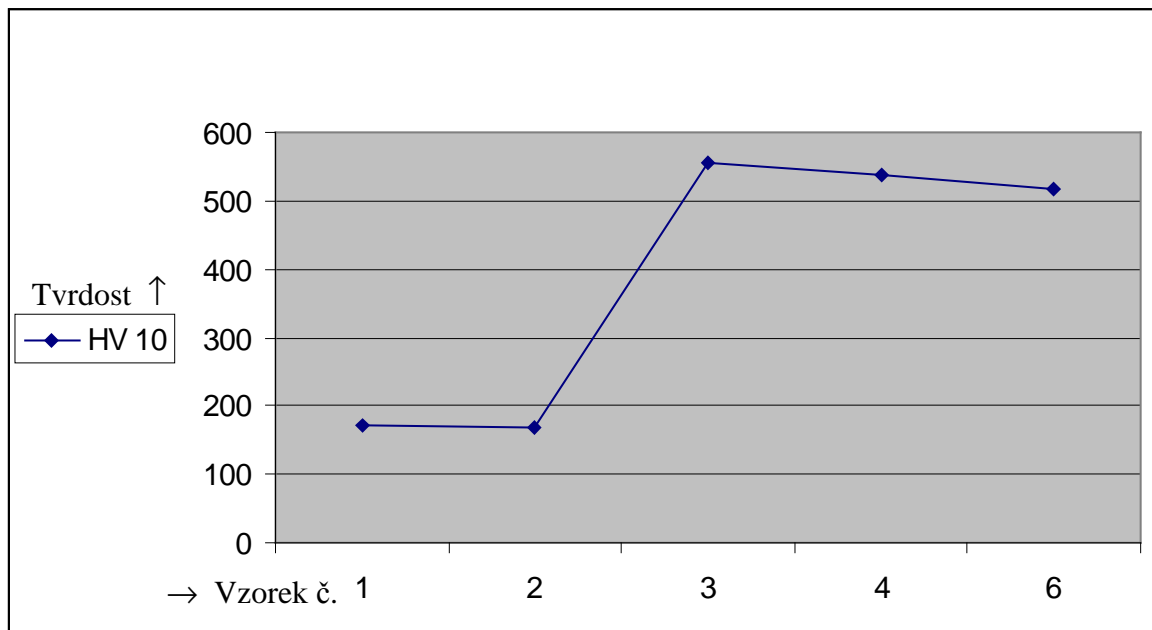
4.5.3. Průběh změny tvrdosti nože Melodie – vzorek 1-4 a 6

Kromě poslední operace povrchové úpravy je průběh výroby nožů kuchyňského příboru, včetně povrchových úprav, u obou nožů stejný. Liší se pouze poslední operací povrchové úpravy, kdy místo matování (u nože Bund) je prováděno u nože Melodie leštění do zrcadlového lesku. Vzhledem k tomu, že první čtyři vzorky jsou stejné, jsou stejné i jejich hodnoty. Změna je pouze u posledního vzorku, kde místo vzorku 5 je použit vzorek 6.

Tab. 4.33 Změna tvrdosti nože Melodie

Vzorek č.	1	2	3	4	6
Tvrdest HV 10	172	169	556	538	518

Graf 4.15 Průběh tvrdosti nože Melodie

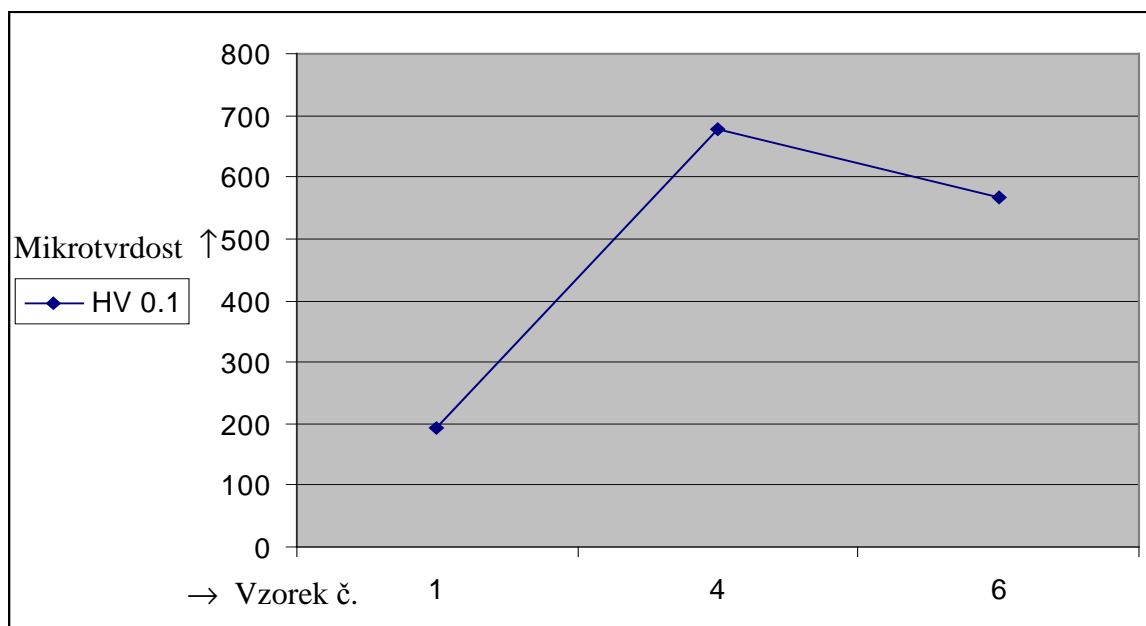


4.5.4. Průběh změny mikrotvrdosti nože Melodie – vzorek 1-4 a 6

Tab. 4.34 Změna mikrotvrdosti nože Melodie

Vzorek č.	1	4	6
Mikrotvrdost HV 0,1	193	677	567

Graf 4.16 Průběh mikrotvrdosti nože Melodie



4.5.5. Zhodnocení

U hodnot tvrdostí a mikrotvrdostí můžeme nejprve pozorovat velký nárůst těchto hodnot u vzorku č. 3. Tento nárůst je způsoben provedením kalení při teplotě 1 050°C v ochranné atmosféře a popouštění při teplotě 200°C v době 30min.

U dalších vzorků můžeme pozorovat po provedení jednotlivých povrchových úprav úbytek hodnot tvrdostí a mikrotvrdostí. Znatelný úbytek těchto hodnot lze pozorovat u vzorku č.4, u kterého je provedena na povrchu čepele nože povrchová úprava broušením brusným kotoučem zrnitostí 600. Další ještě o něco více patrný úbytek tvrdosti a mikrotvrdosti je zaznamenán u vzorku č.6 nože jídelního příboru Melodie, který je vyleštěn do zrcadlového lesku. Úbytek hodnoty mikrotvrdosti je u tohoto vzorku dokonce nejvíce znatelný.

Díky provedení těchto zkoušek jsme tak došli k velice důležitým informacím, kterými jsou zmíněné úbytky hodnot tvrdostí a mikrotvrdostí v průběhu provádění povrchových úprav nožů jídelních příborů. Tento úbytek hodnot tak můžeme blíže určit a definovat jej. Úbytek tvrdosti a mikrotvrdosti je následkem popouštění, které je způsobené vznikem tepla na povrchu nože během provádění povrchové úpravy. Příčinou vzniku tohoto tepla je tření, které je způsobené pohybem leštícího či brusného kotouče po povrchu nože a také velikostí přítláčné síly kotouče na upravovaný povrch nože.

Při provádění leštění vzniká zdroj tepla v oblasti styku kotouče s upravovaným materiálem, tudíž zdroj tepla působí na povrch nože. Tím pádem k největšímu působení popouštění dochází v mikrovrstvě povrchu materiálu. Tomuto jevu odpovídají naměřené hodnoty vzorku č. 6 nože Melodie, kdy úbytek hodnot mikrotvrdosti je znatelně vyšší než úbytek hodnot tvrdosti.

K omezení působení popouštění během procesu povrchových úprav nožů jídelních příborů se při leštění používá leštících past, které způsobí snížení tření mezi kotoučem a výrobkem. Používaná leštící pasta je na bázi vody, živočišného tuku (loje) a kysličníku hlinitého. Na povrch leštěného materiálu je aktivována nástříkem ve formě emulze. Tímto procesem snižujeme velikost úbytku hodnot tvrdosti a mikrotvrdosti při současném snížení drsnosti povrchu. Z těchto důvodů vyžaduje proces povrchové úpravy značnou pozornost, a tím mohou být dodrženy předepsané hodnoty výrobku a tím také zajištěna jeho vysoká kvalita.

5. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo zjištění vlivů povrchových úprav na vlastnosti materiálu jídelního příboru.

V úvodu bakalářské práce jsem připomenul historii vývoje a náročnost realizace technologie výroby jídelních příborů. Dále jsem uvedl popis technologie povrchových úprav prováděných v průběhu výroby jídelních příborů.

V rámci metodiky experimentálních prací byly provedeny zkoušky drsnosti povrchu, tvrdosti a mikrotvrdosti na materiálech vzorků. Pro provádění těchto experimentálních prací byly použity vzorky nožů jídelních příborů, kde zkoumanou částí byla oblast čepele nože. Vzorky k experimentálním pracím byly dodány firmou TONER Moravská Třebová. Vzorků bylo dodáno celkem 6 kusů, a to nožů, od dvou druhů jídelních příborů - Bund a Melodie.

U hodnot parametrů drsnosti vzorků finálních výrobků nože Bund a Melodie byl zaznamenán jednoznačný rozdíl naměřených hodnot. U nože Bund je ve výrobě prováděna jiná technologie povrchové úpravy než u nože Melodie. Následkem používané jiné technologie povrchové úpravy vykázal nůž Bund značně vyšší hodnoty drsnosti povrchu materiálu vůči noži Melodie.

Po provedení dalších zkoušek byl naměřen úbytek tvrdosti a mikrotvrdosti u vzorku č.6 nože jídelního příboru Melodie, který byl vyleštěn do zrcadlového lesku. Úbytek hodnoty mikrotvrdosti byl u tohoto vzorku dokonce nejvíce znatelný.

Znatelný úbytek mikrotvrdosti je následkem popouštění, které je způsobené vznikem tepla na povrchu nože během provádění povrchové úpravy. Příčinou vzniku tohoto tepla je tření, které je způsobené pohybem leštícího kotouče po povrchu nože a také velikostí přitlačné síly kotouče na upravovaný povrch nože. Tudíž zdroj tepla působí na povrch nože a tím pádem k největšímu působení popouštění dochází v mikrovrstvě povrchu materiálu.

K omezení působení popouštění během procesu povrchových úprav nožů jídelních příborů se při leštění používá leštících past, které způsobí snížení tření mezi kotoučem a výrobkem. Na povrch leštěného materiálu je aktivována nástríkem ve formě emulze. Tímto procesem se snižuje velikost úbytku hodnot mikrotvrdosti při současném snížení drsnosti povrchu. Z těchto důvodů vyžaduje proces povrchové úpravy značnou pozornost, čímž však mohou být dodržovány předepsané hodnoty výrobku a tím také zajišťována jeho výsledná vysoká kvalita. Na závěr tedy mohu říci, že sledování vlivů povrchových úprav na vlastnosti materiálu je velmi důležité.

Použitá literatura

- [1] TICHÁ, Šárka. *Strojírenská metrologie - část I*. OSTRAVA: VŠB – TU Ostrava, 2008. 112s. ISBN 978-80-248-06711-1.
- [2] SILBERNAGEL, Arnošt. *Struktura a vlastnosti kovových materiálů*. OSTRAVA: KOVOSIL, 2004. 58s. ISBN 80-901157289.
- [3] DOBROVODSKÁ, Lenka. *Studium vlivu drsnosti ocelového substrátu na vlastnosti povlaků plněných malými částicemi*. Teze doktorské disertační práce. OSTRAVA: VŠB – TU Ostrava, 2009. 59s.
- [4] NORMA ČSN EN ISO 6507-1: *Kovové materiály. Zkouška tvrdosti podle Vickerse – Část 1: zkušební metoda*. Praha: Český normalizační institut Praha.
- [5] Odborná knihovna TONER. *Zvláštnosti při zpracování nerezavějících ocelí*. M. Třebová.
- [6] Odborná knihovna TONER. *Leštění kovů*. M. Třebová.
- [7] Povrchy povlaků – mikrogeometrie. [online]. Dostupné z: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/stud_materialy/spt/povrchy%20povlaku.pdf
- [8] Průvodce povrchových úprav nerezové ocelí. [online]. Dostupné z: http://www.euro-inox.org/fla_12_CZ.html
- [9] Moření antikoročních ocelí. [online]. Dostupné z: http://galvanovna.tenez.cz/index_soubory/Page1799.htm

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval vedoucí mojí bakalářské práce paní doc. Ing. Jitce Podjuklové CSc. za poskytnutí odborných rad, dále firmě TONER s.r.o. Moravská Třebová za poskytnutí materiálů a věnovaný čas pro umožnění zpracování bakalářské práce.

V Ostravě 21. května. 2010

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Antonín Závada', written over a dotted line.

Antonín Závada